



HELSINGIN YLIOPISTO
HELSINGFORS UNIVERSITET
UNIVERSITY OF HELSINKI

Naudan virusripuli ja sen kontrolli Euroopassa

KIRJALLISUUSKATSAUS



ELK Henna Harrinkoski
Eläinlääketieteen lisensiaatintutkielma
Eläinlääketieteellinen mikrobiologia ja epidemiologia
Eläinlääketieteellisten biotieteiden osasto
Eläinlääketieteellinen tiedekunta
Helsingin yliopisto 2020



Tiedekunta - Fakultet – Faculty Eläinlääketieteellinen tiedekunta		Osasto - Avdelning – Department Eläinlääketieteellisten biotieteiden osasto
Tekijä - Författare – Author Henna Harrinkoski		
Työn nimi - Arbetets titel – Title Naudan virusripuli ja sen kontrolli Euroopassa		
Oppiaine - Läroämne – Subject Eläinlääketieteellinen mikrobiologia ja epidemiologia		
Työn laji - Arbetets art – Level Lisensiaatin tutkielma	Aika - Datum – Month and year Maaliskuu 2020	Sivumäärä - Sidoantal – Number of pages 48
Tiivistelmä - Referat – Abstract <p>Tämä lisensiaatin tutkielma on kirjallisuuskatsaus naudan virusripulista (<i>bovine viral diarrhea, BVD</i>) ja sen kontrollista Euroopassa. Tutkielmassa perehdytään taudin moninaiseen taudinkuvaan, aiheuttajavirukseen ja viruksen leviämiseen sekä siihen, millaisilla keinoilla Euroopan maat ovat tautia pyrkineet vastustamaan.</p> <p>Naudan virusripuli on maailmanlaajuisesti yksi merkittävimpiä nautojen sairauksia. Taudin aiheuttaa pestivirusiin kuuluva naudan virusripulivirus. Tyypillisesti tauti on piilevä eikä sitä välttämättä havaita karjassa, mutta toisaalta viruksella on myös kuolemaan johtavia muotoja. Viruksen leviämisen ja säilymisen kannalta tärkeässä roolissa ovat viruserittäjät, joita syntyy, kun sikiö saa tartunnan ennen sen immuunijärjestelmän kehittymistä. Viruserittäjä erittää virusta koko elämänsä ajan, siinä missä akuutisti sairastunut nauta erittää virusta korkeintaan joitain viikkoja. BVD-virus leviää suorassa eläinkontaktissa, eritteiden välityksellä sekä epäsuorasti esimerkiksi saastuneiden hoitotarvikkeiden ja karsinoiden välityksellä sekä siemennesteen välityksellä keinosiemennystoiminnassa.</p> <p>Kontrolli- ja juurimisohjelmien suunnittelu vaatii tietämystä alueen tautitilanteesta. BVD:n vastustus voidaan jakaa karkeasti kahdentyyppisiin vastustusohjelmiin: rokotteiden avulla ja ilman rokotteita toteutettaviin. Korkean vallitsevuuden alueilla rokotteilla voidaan vähentää taudin aiheuttamia haittoja, mutta täydellistä vapautta taudista ei voida saavuttaa alueella, jossa rokottaminen on sallittua. Rokottamisesta saadaan suurin hyöty silloin, kun se kohdistetaan estämään viruserittäjien syntyminen. Kuitenkin myös rokotettujen nautojen on todettu synnyttävän viruserittäjiä.</p> <p>Pohjoismaissa kehitettiin 1990-luvulla ns. pohjoismainen juurimismalli. Siinä pääpaino oli viruserittäjien tunnistamisessa ja poistamisessa karjasta sekä tautia kantavien karjojen eläinliikenteen rajoittamisessa. Rokottaminen on pohjoismaisessa mallissa kielletty. Mallilla saavutettiin erinomaisia tuloksia Ruotsissa, Norjassa, Suomessa ja Tanskassa, ja sen jälkeen muuallakin Euroopassa on motivoiduttu pyrkimään BVD-vapauteen. Euroopan maista Itävalta ja Sveitsi ovat noudattaneet pohjoismaista mallia vastaavaa juurimissuunnitelmaa, ja molemmat näistä maista ovatkin tänä päivänä BVD-vapaita. Lisäksi Saksassa, Skotlannissa, Irlannissa ja Belgiassa on aloitettu taudin vastustaminen maanlaajuisella pakollisella valvontaohjelmalla. Joissain Euroopan maissa on käytössä vapaaehtoisia tai alueellisia kontrolliohjelmiä.</p> <p>BVD:n vastustaminen näyttäisi olevan kannattavaa sekä taloudellisesti että eläinten hyvinvoinnin kannalta. Euroopasta puuttuu kuitenkin koko Euroopan laajuinen yhtenäinen vastustamisohjelma. Eläinten ja esimerkiksi sperman ja alkioiden liikkuminen maasta toiseen lisää riskiä taudin leviämiseksi, minkä vuoksi yhtenäiset ohjeet vastustamiseen voisivat estää taudin leviämistä merkittävästi. Suomi on ollut vapaa taudista vuoden 2010 jälkeen. Suomessa eläinten vähäinen liikkuvuus maan rajojen yli vähentää taudin tulon todennäköisyyttä, mutta tuontisperma on mahdollinen reitti taudin maahantulolle. Hyvät hygieniakäytännöt tiloilla vähentävät sekä BVD:n että muiden tautien leviämistä, minkä vuoksi niistä on syytä pitää kiinni.</p>		
Avainsanat – Nyckelord – Keywords BVD, BVDV, naudan virusripuli, tarttuvut eläintaudit, naudan tarttuvut taudit, naudan virustaudit, seurantaohjelma, tautien vastustus		
Säilytyspaikka - Förvaringställe - Where deposited HELDA – Helsingin yliopiston digitaalinen arkisto		
Työn johtaja (tiedekunnan professori tai dosentti) ja ohjaaja(t) – Instruktör och ledare – Director and Supervisor(s) ELT dos. Anna-Majja Virtala (johtaja), prof. emer. Liisa Sihvonon (ohjaajajohtaja), ELT Ulla Rikula (ohjaaja)		

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
2 NAUDAN VIRUSRIPULI	2
2.1 Virus	2
2.2 Taudinkuva	3
2.2.1 Viruserittäjät.....	6
2.2.2 Mucosal disease (MD)	6
2.3 Viruksen leviämismekanismit	7
2.4 Taloudelliset vaikutukset	10
3 MUUT PESTIVIRUKSET	12
3.1 Epätyypilliset pestivirukset	13
4 LABORATORIODIAGNOSTIIKKA.....	14
4.1 Vasta-aineiden osoittaminen.....	14
4.2 Viruksen osoittaminen	15
5 KONTROLLIOHJELMAN SUUNNITTELU	17
5.2 Rokotteiden käyttö BVD:n kontrolloinnissa.....	18
6 BVD SUOMESSA.....	21
6.1 Lainsäädäntö ja vapaaehtoinen valvontaohjelma	22
6.2 Riskinarvio BVD:n leviämisestä Suomeen	24
7 MUIDEN POHJOISMAIDEN BVD-KONTROLLI.....	25
7.1 Norja.....	25
7.2 Ruotsi	27
7.3 Tanska	29
8 BVD-KONTROLLI EU:SSA JA ISO-BRITANNIASSA	31
8.1 Saksa.....	32
8.2 Sveitsi	33
8.3 Itävalta.....	34
8.4 Skotlanti	35
8.5 Irlanti	36
8.6 Belgia.....	36
8.7 Englanti, Alankomaat, Italia, Espanja ja Ranska.....	37
8.7.1 Ranska, Bretagne	37
9 POHDINTA	39
10 KIITOKSET	42
11 LÄHTEET	43

1 JOHDANTO

Naudan virusripuli (bovine viral diarrhoea, BVD) on taloudellisesti yksi merkittävimmistä nautojen sairauksista maailmassa. Se myös heikentää eläinten hyvinvointia esiintyessään karjoissa, sillä taudilla on monia kliinisiä muotoja, joista osa johtaa väistämättä eläimen kuolemaan. Taudin vastustamiseen oman haasteensa tuovat pysyvästi sairastuneet viruserittäjät, jotka toimivat viruksen varantona ja erittävät virusta koko elämänsä (Deregt & Loewen 1995). Tämän vuoksi rokottaminen, joka on perinteinen keino vastustaa tarttuvien tautien leviämistä, ei BVD:n tapauksessa olekaan yksinkertainen ratkaisu taudin vastustamisessa.

Euroopassa ei ole ylikansallisia kontrollistrategioita tai lainsäädäntöä BVD:n vastustamiseen (Schirrmeyer 2014). Pohjoismaissa on tehty paljon töitä taudin juurimiseksi 1990-luvulta alkaen, ja tällä hetkellä Pohjoismaat kuuluvatkin taudista vapaisiin maihin. Hyvien tulosten myötä myös muualla Euroopassa taudin vastustamiseen on alettu panostaa erilaisin kontrolliohjelmin (Metcalf 2019).

Tämä työ on kirjallisuuskatsaus naudan virusripulista ja sen kontrollista. Työssä käsitellään taudin vastustamista ja juurimista Euroopan laajuudella. Työn tavoite on luoda kokonaiskuva taudista, sen tartuntamekanismeista ja leviämisestä sekä Euroopan maiden keinoista vastustaa tautia.

2 NAUDAN VIRUSRIPULI

Naudan virusripuli diagnosoitiin ensimmäisen kerran 1940-luvulla Kanadassa (Goens 2002). Kyseessä on useisiin elinryhmiin vaikuttava virustauti, jolla on monta erilaista kliinistä ilmenemismuotoa. Tyypillinen tartunta on piilevä akuutti tartunta, jota ei välttämättä edes havaita karjassa (Walz 1996). Viruksen säilymisen ja leviämisen kannalta merkittävimpiä ovat pysyvästi infektoiduneet eläimet (PI, persistently infected, myöhemmin viruserittäjät), jotka ovat saaneet tartunnan kohdussa tiineyden alkupuolella, ja sen seurauksena niiden immuunipuolustus ei tunnista virusta elimistöön kuulumattomaksi. Nämä eläimet kantavat ja erittävät virusta koko elämänsä ajan (Deregt & Loewen 1995). BVD-tartunnan satunnaisesti esiintyvä tappava muoto on mucosal disease (MD-tauti), johon viruserittäjät voivat sairastua (Deregt & Loewen 1995, Walz 1996). BVDV:n pääisäntä on nauta, mutta se voi tarttua myös muihin märehäntäisiin ja sorkkaeläimiin (Ridpath & Neill 2016).

2.1 Virus

BVD-virus kuuluu *Pestivirus*-sukuun, johon kuuluvat myös lampaan border disease -virus ja sian klassinen sikaruttovirus. Pestivirukset ovat RNA-viruksia, jotka kuuluvat *Flaviviridae*-heimoon (Ridpath & Neill 2016). BVD-virusta esiintyy kahtena eri biotyypinä: sytopatogeenisena ja non-sytopatogeenisena. Non-sytopatogeeninen biotyyppi ei aiheuta nähtäviä muutoksia soluviljelmissä eli se ei ole soluja vaurioittava, kun taas sytopatogeeninen virus aiheuttaa nesterakkuloiden kehittymisen soluihin ja solukuoleman (Deregt & Loewen 1995). Biotyypillä ei ole merkitystä taudinaiheutuskyvyn kannalta: molemmat viruksen muodot voivat aiheuttaa eläimissä kliinisen taudin (Walz 1996). Non-sytopatogeeninen muoto on vallitseva, ja sen aiheuttama tartunta on tyypillisimmin piilevä. Sikiön alkutiineyden aikana saama non-sytopatogeeninen tartunta voi johtaa viruserittäjän syntymiseen, mikä tekee kyseisestä biotyypistä merkittävän viruksen säilymisen ja leviämisen kannalta (Deregt & Loewen 1995). Sytopatogeenisella viruksella on yritetty kokeellisissa oloissa saada aikaan viruserittäjän syntyminen mutta tuloksetta (Brownlie ym. 2018). MD-taudin kehittymien vaatii molempia biotyyppiejä (Walz 1996).

Biotyyppien lisäksi BVDV voidaan jakaa kahteen eri genotyyppiin: BVDV-1 ja BVDV-2. BVDV-2 löydettiin, kun 1990-luvun alussa Pohjois-Amerikassa esiintyi rajuja taudinpurkauksia, joissa eläimillä havaittiin merkittävä verihiutaleiden väheneminen, ja kuolleisuus oli korkea. Tarkemman tutkimuksen myötä havaittiin uusi BVDV-virusryhmä, joka aiheuttaa ns. verenvuotosyndrooman (Pellerin ym. 1994). Pohjois-Amerikan lisäksi BVDV-2 -tyyppiä tavataan myös Euroopassa, esimerkiksi Saksassa, jossa vuonna 2013 esiintyneen tappavan taudinpurkauksen taustalla havaittiin olevan BVDV-2 (Wernike ym. 2017). On todennäköistä, että suurin osa kentällä esiintyvistä tartunnoista aiheutuu genotyypistä BVDV-1, sillä se aiheuttaa lieviä tai jopa piileviä tartuntoja, jotka voivat helposti jäädä huomaamatta (Ridpath ym. 1994).

2.2 Taudinkuva

BVD-tartunta voi ilmetä monella tavalla. Taudinkuvaan vaikuttaa mahdollinen vastustuskyky BVDV:tä vastaan, tiineys, ikä ja ympäristöstressi. Myös tartunnan aiheuttaneen viruksen muoto vaikuttaa, sillä virusten välillä on eroja geneettisesti, antigeenivariaatiossa ja taudinaiheutuskäyvyyssä. BVD voidaan taudinkuvan perusteella jakaa piilevään, akuuttiin ja vakavaan akuuttiin tartuntaan sekä verenvuotosyndroomaan. Lisäksi viruserittäjille voi kehittyä MD-tauti, joka on BVD:n kuolemaan johtava muoto (Walz 1996).

Suurin osa BVD-tartunnan saaneista eläimistä saa piilevän taudin. Piilevän BVD-tartunnan oireita ovat lievä kuume, valkosolumäärän lasku sekä vasta-aineiden kehittyminen BVD-virusta vastaan. Lievien oireiden vuoksi piilevä tartunta jää usein huomaamatta (Walz 1996).

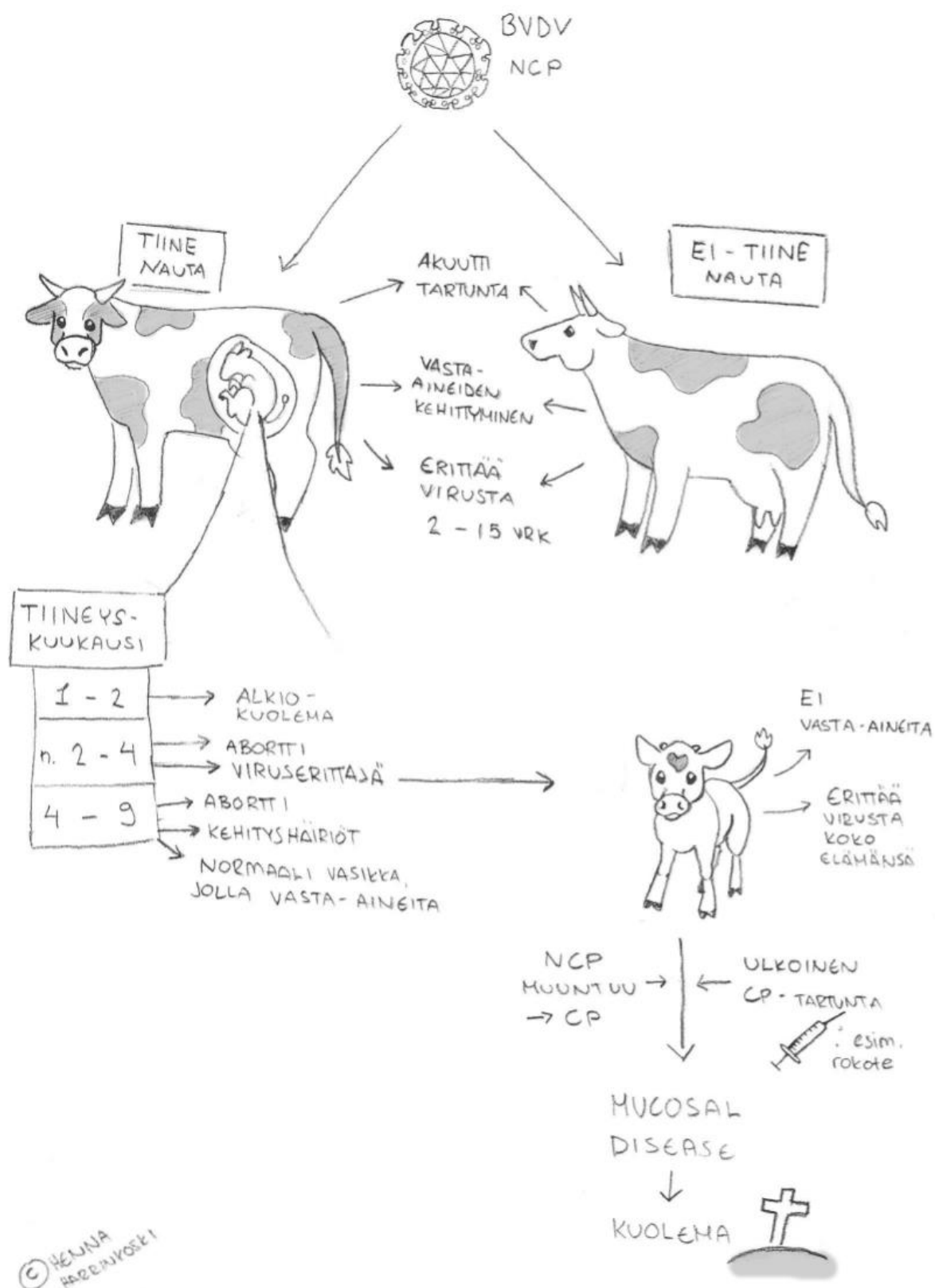
Akuutti muoto ilmenee kliinisenä sairautena eläimissä, joilla ei ole pysyvää tartuntaa (Walz 1996). Sairastuneen naudan ikä on tyypillisesti 6–24 kuukautta. Tauti oireilee kuumeena, valkosolumäärän laskuna, vaisuna olemuksena, syömättömyytenä, silmä- ja sierainvuotona, suun limakalvojen kulumina ja haavaumina, ripulina sekä maidontuotannon laskuna. Eläimen hengitystaajuus voi olla korkea, mikä voidaan virheellisesti tulkita keuhkokuumeeksi. Akuutin taudin viremia eli viruksen esiintyminen veressä kestää yleensä 2–5 vuorokautta ja alkaa keskimäärin kolme päivää tartunnan saamisen jälkeen. Viremia voi kestää kuitenkin jopa 15 vuorokautta. Akuuttia tautia sairastava nauta erittää virusta eritteissään ympäristöön.

Vastasyntyneen vasikan akuutti tartunta voi johtaa suolistotulehdukseen ja keuhkokuumeeseen, jos passiivinen vasta-ainesuojan siirtyminen emältä on epäonnistunut. Muutoin emältä ternimaidossa saadut vasta-aineet suojaavat vasikkaa tartunnalta. BVD altistaa vasikat toissijaisille tartunnoille ja vaurioittaa epiteelikudosta ruuansulatuskanavassa, hengitysteissä sekä iholla (Walz 1996).

Vakava akuutti muoto taudista todettiin ensimmäisen kerran 1993. Tätä ennen luultiin BVD:n esiintyvän lähinnä piilevänä tai lievänä tautina. Vakava akuutti muoto on poikkeuksellinen BVD:n muoto, joka etenee nopeasti ja aiheuttaa korkeaa kuolleisuutta kaikenikäisillä eläimillä. Tyypillisiä oireita ovat kuume, keuhkokuume, äkkikuolemat ja keskenmenot. Eläimissä nähdään samankaltaisia ulkoisia vaurioita kuin MD-taudissa (Walz 1996).

Akuutti tartunta voi joissain eläimissä aiheuttaa verenvuotosyndrooman. Virus saa aikaan verihiutaleiden määrän vähenemisen, josta seuraa verenvuotoja: veristä ripulia, sierainverenvuotoa, verenpurkauksia limakalvoilla, silmän etukammion verenpurkauksia ja pistokohtien verenvuotoa. Muita oireita ovat kuume, valkosolujen määrän lasku sekä kuolema (Walz 1996). Verenvuotosyndrooman aiheuttaja on viruksen BVDV-2 -genotyyppi (Pellerin ym. 1994).

Naudan virusripuliviruksen aiheuttamat lisääntymishäiriöt ovat suuri taloudellinen haitta. BVD-tartunta vaikuttaa munasarjojen toimintaan ja aiheuttaa hedelmättömyyttä. Tartunta voi johtaa sikiön kuolemaan tai ennenaikaiseen syntymiseen (Walz 1996). Mikäli sikiö saa tartunnan 100.–150. tiineysvuorokauden aikana, tartunta voi johtaa synnynnäisiin kehityshäiriöihin, kuten vesipäähän, pikkuaivojen vajaakehitykseen, verkkokalvojen rappeumaan tai vajaakehittyneisyyteen, vähäkarvaisuuteen tai leukojen kehityshäiriöihin. Tiineyden loppuvaiheessa saatu tartunta voi aiheuttaa liian aikaisen poikimisen tai heikon vasikan syntymisen, mutta tässä vaiheessa sikiö kykenee jo muodostamaan vasta-aineita ja pääsee eroon viruksesta (Walz 1996).



Kuva 1. Viruserittäjän syntyminen ja MD-taudin kehittyminen. NCP = non-sytopatogeeninen, CP = sytopatogeeninen. (Walz, 1996, Bolin ym. 1985, Deregt & Loewen 1995).

2.2.1 Viruserittäjät

Non-sytopatogeeninen tartunta ennen sikiön immuunijärjestelmän kehittymistä voi johtaa viruserittäjän syntymiseen (kts. Kuva 1). Syntynyt vasikka ei kykene muodostamaan vasta-aineita virusta vastaan ja tartunta jää pysyväksi. Viruserittäjällä on jatkuva viremia, eli se erittää virusta koko elämänsä, ja toimii viruksen varastona. Viruserittäjä erittää virusta merkittävästi enemmän kuin akuutin tartunnan saanut eläin. Viruserittäjät voivat vaikuttaa kliinisesti täysin terveeltä, mutta ne ovat usein normaalia hidaskasvuisempia, helpommin sairastuvia ja niiden kuolleisuus on korkea (Walz 1996). Patologisessa tutkimuksessa viruserittäjävasikoilta löydetään usein ruuansulatuskanavan vaurioita (Taylor ym. 1997). Yhden vuoden ikään mennessä 50 % viruserittäjävasikoista näyttäisi joko kuolevan tai joutuvan ennenaikaisesti teurastetuksi heikon kasvun vuoksi (Houe 1993).

Vaikka viruserittäjä ei muodosta vasta-aineita tartunnan aiheuttanutta BVD-virusta vastaan, se voi kehittää vasta-aineita viruksen erilaisia muotoja vastaan. Viruserittäjä voi siis olla BVDV:n suhteen myös vasta-ainepositiivinen. Viruserittäjät voivat selvitä aikuisiksi ja lisääntyä, mutta niiden saamat jälkeläiset ovat myös aina viruserittäjiä (Walz 1996).

2.2.2 Mucosal disease (MD)

Viruserittäjillä on riski sairastua tappavaan MD-tautiin. Tauti kehittyy, kun viruserittäjä saa sytopatogeenisen BVDV tartunnan, joka on viruksen antigeeneiltä samankaltainen aiemman non-sytopatogeenisen BVDV-tartunnan kanssa (Deregt & Loewen 1995). Eläin voi saada sytopatogeenisen viruksen tartunnan ulkoisesti, jos se esimerkiksi rokotetaan heikennettyä elävää BVD-virusta sisältävällä rokotteella (Bolin ym. 1985). Todennäköisimmin MD-tauti syntyy, kun eläimen oma non-sytopatogeeninen virus muuntuu sytopatogeeniseksi (Deregt & Loewen 1995). Suurin osa viruserittäjistä näyttäisikin saavan MD-taudin ensimmäisen elinvuoden aikana (Taylor ym. 1997).

MD-muodossa on erilaisia taudinkuvia (Walz 1996). Akuutti MD esiintyy satunnaisesti karjoissa, ja taudin kuolleisuus on 100 prosenttia. Sen itämisaika on kymmenestä neljääntoista

vuorokautta. Eläimellä esiintyy kaksivaiheista kuumetta, syömättömyyttä, kohonnutta sykettä, puuskuttamista, maidontuotannon vähenemistä, vetistä ripulia, jossa on ajoittain verta, vähentynyttä märehdimistä, silmä- ja sierainvuotoa, sarveiskalvojen sameutta sekä puhaltumista. MD-taudissa esiintyy myös haavaumia suun limakalvoilla ja sorkkaväleissä. MD altistaa toissijaisille tartunnoille, joista voi seurata tulehduksia utareessa, keuhkoissa ja kohdussa. Sairastunut eläin kuivuu ja kuolee yleensä 3-10 vuorokauden kuluessa (Walz 1996).

Osalla akuuttiin MD-tautiin sairastuneista tauti kroonistuu (Walz 1996). Kroonisesti sairastunut eläin on huonokasvuinen, sillä on jatkuvaa ripulia ja löysiä ulosteita, kroonista puhaltumista, eläimen ruokahalu vähenee ja paino laskee. Sorkkaväleissä nähdään haavaumia ja ihossa voi olla huonosti paranevia vaurioita. Muita oireita voivat olla silmä- ja sierainvuoto, karvattomuus, ihon keratiinikerroksen paksuuntuminen sekä sorkkakuumet ja siitä johtuva ontuminen. Kroonisesti sairastunut eläin selviää harvoin 18 kuukautta pidempään ja kuolee lopulta vakavaan heikkouteen (Walz 1996).

2.3 Viruksen leviämismekanismit

Jotta BVD-viruksen leviäminen voidaan estää, on viruksen leviämismekanismit tunnettava. Virus leviää suorassa eläinkontaktissa ja eritteiden välityksellä (Brownlie ym. 1987), keinosiemennyksessä (Meyling & Mikél 1988, Rikula ym. 2008), likaisten neulojen välityksellä (Niskanen & Lindberg 2003), mahdollisesti ilmatartuntana (Niskanen & Lindberg 2003), kontaminoituneista karsinoista (Niskanen & Lindberg 2003) sekä muiden märehdijöiden välityksellä (Bitsch ym. 2000). BVD-virusta on tavattu myös villieläimissä ja ne voivat levittää tartuntaa, mutta villieläinten merkitys taudin leviämiseksi ei ole täysin selvä (Anderson & Rowe 1998, Stahl & Alenius 2012).

Viruserittäjät ovat leviämisen kannalta välttämättömiä (Walz 1996). Tavallisimmin BVD-tartunta saadaan karjaan ostamalla viruserittäjä tai tiine nauta, joka kantaa viruserittäjää (Stahl & Alenius 2012). BVD-virus leviää yleisimmin suorassa eläinkontaktissa, ja sitä erittyy tartunnan saaneen eläimen kaikkiin eritteisiin, kuten sierainlima, silmävuotoon, virtsaan ja ulosteisiin (Brownlie ym. 1987). Sarrazin ym. (2014) tutkimuksessa akuutisti sairastuneen eläimen tartuttavuuden (R_0 -arvon) laskettiin olevan 0,24 eli sairastuessaan yksi eläin tartuttaa 0,24 lajitoveria eläinryhmässä, jossa ei ole vasta-aineita virusta vastaan. Samassa

tutkimuksessa todettiin, että viruserittäjien tartuttavuus on merkittävästi yli 1 (arvot vaihtelivat 1,88 ja äärettömän välillä) eli viruserittäjät tartuttavat useita muita nautoja ja ylläpitävät tartuntaa karjassa (Sarrazin ym. 2014). Akuutisti sairastuneet eläimet erittävät virusta yleensä neljästä kymmeneen päivään, muodostavat vasta-aineita ja pääsevät viruksesta eroon. Immunitetti kestää pitkään, yleensä eläimen loppuelämän. Jos karjaan ei akuutin tartunnan seurauksena synny uusia viruserittäjiä, viruserittäjien poistamisen jälkeen syntyneet eläimet ovat vasta-ainenegatiivisia sen jälkeen, kun emältä saadut vasta-aineet ovat hävinneet (Brownlie ym. 1987). Eläimestä toiseen tapahtuvan tartunnan lisäksi virus voi levitä istukan kautta emästä vasikkaan (Deregt & Loewen 1995).

Sekä viruserittäjäsonnin (Meyling & Mikél 1988) että akuutisti sairastuneen sonnin (Rikula ym. 2008) sperman on osoitettu tartuttavan BVD-virusta keinosiemennyksen välityksellä. Siemennetyt eläimet saavat akuutin tartunnan ja kehittävät vasta-aineita BVD-virusta vastaan ja voivat myös tartuttaa muita eläimiä. Sperman välityksellä saatu tartunta voi johtaa viruserittäjän syntymiseen, mutta yleensä tartunta näyttäisi rajoittuvan siemennettyyn nautaan eikä leviä karjassa (Rikula ym. 2008). Meyling ja Mikél (1988) tutkimuksessa oli samassa tilassa 16 vasta-aine- ja virusnegatiivista hiehoa. Näistä 12 siemennettiin viruserittäjän spermalla ja neljä kontrollihiehoa spermalla, jossa ei ollut virusta. Kaikilla 12 hieholla todettiin vasta-aineita kahden viikon sisällä siemennyksestä, mutta kontrollihiehoilla vasta-aineita ei todettu. Tartunta ei levinnyt viruserittäjän spermalla siemennetyistä hiehoista kontrollihiehoihin. Yksi vasta-ainepositiivisista hiehoista poiki viruserittäjävasikan. Yhdelläkään vasta-ainepositiivisten hiehojen vasikoista ei todettu vasta-aineita ennen ternimaidon juomista. Kontrollihiehot sekä niiden vasikat kehittivät vasta-aineita 6-7 viikon sisällä viruserittäjävasikan syntymästä eli tartunta alkoi levitä vasta kun viruserittäjä syntyi. Koska vain yksi hiehoista poiki viruserittäjän, kohdussa tartunnan saaminen keinosiemennyksen välityksellä vaikuttaisi olevan siis kohtalaisen harvinaista (Meyling & Mikél 1988).

Suomessa on todettu (Rikula ym. 2008), että BVD-virus voi tarttua kenttäolosuhteissa keinosiemennyksen välityksellä, kun siemen on kerätty sonnilta akuutin tartunnan aikoihin. Keinosiemennyksen seurauksena ainakin kymmenen suomalaista lypsykarjaa sai tartunnan 1990-luvun lopulla, joskin on mahdollista, että tartunnan saaneita eläimiä oli useammassakin

karjassa. Tartunnan lähteeksi selvisi kaksi pohjoissuomenkarjaan kuuluvaa siemennyssonnia. Sonneista kerättiin spermaa jalostuskarjassa, joka oli hieman aiemmin saanut BVD-tartunnan. Samoista sonneista oli kerätty eri ajankohtina useita spermaeriä, ja vain akuutin BVD-tartunnan aikoihin kerätyissä erissä todettiin virusta. Spermaa oli kerätty 1990-luvun alussa, jolloin keinosiemennyssonneja ei vielä tutkittu BVD:n varalta. Sonni A tartutti kuusi karjaa, jotka löytyivät tankkimaitonäytteissä todettujen vasta-aineiden avulla. Näistä viidessä vain siemennetyt naudat todettiin vasta-ainepositiivisiksi, mutta yhteen karjaan syntyi viruserittäjä, joka ehti levittää virusta karjaan, vaikka se eli vain kymmenen päivää. Sonni B puolestaan tartutti neljä karjaa: näistä kahdessa oli siemennettyjen nautojen lisäksi yksi vasta-ainepositiivinen eläin, yhdessä vain siemennetyt naudat olivat vasta-ainepositiivisia ja yhdessä siemennettyjä eläimiä ei tutkittu. Tutkimattomasta karjasta kuitenkin löydettiin myöhemmin vasta-ainepositiivisia eläimiä, jotka olivat keinosiemennyshetkellä joko syntymättömiä tai nuoria vasikoita. Tämä viittaa siihen, että siemennyksestä tartunnan saanut nauta on levittänyt virusta sekä nuoreen vasikkaan että kohdussaan olevaan sikiöön. Yhteen karjaan syntyneistä viruserittäjistä eristetty virus oli samanlainen kuin sonnien spermasta löytynyt harvinainen Suomessa esiintynyt viruskanta. Tämä osoittaa viruksen voivan levitä kenttäoloissa keinosiemennyksen välityksellä myös akuutisti sairastuneiden sonnien spermassa (Rikula ym. 2008).

Eläinten suoran kontaktin ja eritteiden lisäksi BVDV voi levitä myös epäsuorasti likaisten neulojen ja viruksella saastuneiden karsinoiden välityksellä. Niskanen ym. (2003) tutkimuksessa rokotusneula saastutettiin BVD-viruksella lävistämällä sillä kaksi kertaa muovikorkki, johon oli sivelty oireettoman viruserittäjän sierainlimaa. Tämän jälkeen neulaa käytettiin kahden vasikan rokottamiseen sienitautia vastaan. Molemmat vasikat saivat BVD-tartunnan. Tämän perusteella Niskanen ym. (2003) välttäisi käyttämästä avattuja lääkepulloja muissa karjoissa, jos niitä on käytetty BVD:tä sairastavien eläinten navetoissa.

Niskanen ym. (2003) tutki myös karsinoiden välityksellä tapahtuvaa tartuntaa. Kolme tervettä vasikkaa sijoitettiin karsinaan, josta oli juuri poistettu viruserittäjävasikka eikä karsinaa välissä puhdistettu tai desinfioitu. Kaksi kolmesta vasikasta sai tartunnan. Vasikat, jotka sijoitettiin viruserittäjän karsinaan neljä vuorokautta sen jälkeen, kun viruserittäjä oli siirretty karsinasta,

eivät saaneet tartuntaa. Koeolosuhteissa karsinan lämpötila oli 20–25 °C, eli tällaisissa oloissa virus ei näyttäisi pysyvän tartuntakykyisenä neljää vuorokautta (Niskanen & Lindberg 2003).

Samassa tutkimuksessa Niskanen ym. (2003) tutkittiin ilmajäljiteistä tartuntaa. Neljä vasikkaa sijoitettiin pareittain karsinoin, jotka olivat 2,5 ja 10 metrin etäisyydellä karsinasta, jossa oleili viruserittäjä. Eläimet eivät missään vaiheessa olleet suorassa kontaktissa toisiinsa, mutta kaikki neljä vasikkaa saivat tartunnan tästä huolimatta. Tutkimuksen aikana varmistettiin, etteivät vasikat altistuneet toistensa ulosteille tai hoitotarvikkeille. Niskanen ym. (2003) mukaan kyse voi olla ilmajäljiteisestä tartunnasta vasikoiden välillä. Toisaalta tutkimuksessa myös todetaan, ettei viruksen ole aiemmissa tutkimuksissa todettu leviävän eri ilmanvaihtoon kuuluvien osastojen välillä.

2.4 Taloudelliset vaikutukset

BVD on maailmanlaajuisesti yksi merkittävimmistä taloudellisia tappioita aiheuttavista tauteista naudoilla (Metcalf 2019). BVD-tartunnoista aiheutuvia tuotantotappioita on tärkeä tarkastella, jotta voidaan suunnitella sopiva kontrollistrategia. Ekonomisen selvitys kertoo taudin merkittävyydestä ja antaa tietoa siitä, kuinka paljon resursseja on järkevää kohdentaa taudin vastustamiseen. Koska BVD:n taudinkuva on hyvin monimuotoinen, tartunta vaikuttaa useisiin eri tuotannon vaiheisiin (Houe 2003). BVD-tartunnan aiheuttamat taloudelliset tappiot johtuvat sairaista viruserittäjistä ja niiden MD-riskistä, hedelmällisyysvaikutuksista sekä taudin aiheuttamasta tuotannonlaskusta, eläinten heikosta kasvusta ja sekundaaritartunnoista (Lanyon & Reichel 2014).

Yksittäiset vakavat taudinpurkaukset voivat aiheuttaa suurempia taloudellisia tappioita kuin alueella kotoperäisenä esiintyvä tauti. Suurimmat tappiot todetaan karjoissa, joissa tautia ei ole aiemmin ollut ja joissa tartunnan tullessa on runsaasti etenkin alkutiineydessä olevia eläimiä. Endeemisillä alueilla suurin osa yksilöistä on vasta-ainepositiivisia, jolloin laumaimmunitetti suojaa eläimiä taudilta (Lanyon & Reichel 2014).

Lypsykarjoissa suurimmat taloudelliset tappiot seuraavat maidontuotannon laskusta, huonosta kasvusta, aikaistuneesta teurastuksesta, altistumisesta muille sairauksille sekä

nuorkarjan lisääntyneestä kuolleisuudesta (Houe 2003). Lihakarjoissa taudin epidemiologia on yleensä erilainen: eri-ikäiset eläimet elävät tyypillisesti samoissa ryhmissä ja vasikoita ei erotella aikuisista eläimistä, kuten lypsykarjoissa on tapana. Lisäksi lypsylehmät poikivat ympäri vuoden, kun taas lihakarjoilla poikiminen ajoittuu tiettyyn vaiheeseen vuotta. Näiden piirteiden vuoksi myös tuotantotappiot ovat lihakarjoissa erilaisia. Lihakarjoissa menetykset johtuvat erityisesti hedelmällisyysvaikutuksista, kuten luomisista ja huonosta tiinehtyvyydestä, sekä vastustuskyvyn heikkenemisen aiheuttamasta alttiudesta sairastua muihin tauteihin (Gunn ym. 2004). Gunn ym. (2004) suorittivat ekonomisen selvityksen tyypilliseen skotlantilaiseen lihakarjaan perustuvalla mallilla ja totesivat, että lihakarjoissa taudin vastustaminen on taloudellisesti kannattavaa. Lypsykarjojen kohdalla toisinaan aktiivinen toimiminen taudin rajoittamiseksi voi olla kannattamatonta esimerkiksi pienissä eristäytyneissä karjoissa, joissa tartuntojen voidaan odottaa rajoittuvan itsestään. Tämän vuoksi on tärkeää tehdä karja- ja aluekohtainen ekonominen selvitys ennen kontrollistrategian valitsemista (Houe 2003, Gunn ym. 2004).

3 MUUT PESTIVIRUKSET

BVD:n ohella merkittäviä pestivirusten aiheuttamia tauteja ovat lampaan border disease sekä sian klassinen sikarutto. Pestivirukset tartuttavat tiettävästi vain sorkkaeläimiä: naudan lisäksi muun muassa sialla, lampaalla ja vuohella tavataan vakaviakin kliinisiä tauteja. Pestiviruksia on eristetty myös muista tarhatuista ja villeistä sorkkaeläimistä, kuten saksanhirvistä, gnuista, vesiantiloopeista ja kirahveista. Näiden virustartuntojen kliininen merkittävyys ei ole täysin selvää (Nettleton 1990). Virukset on nimetty sen eläinlajin mukaan, josta se on ensimmäisenä eristetty. Tiedetään kuitenkin, että eri pestivirukset voivat tartuttaa muitakin lajeja (Nettleton ym. 1998). Pestivirukset ovat myös antigeenisesti samankaltaisia: erityisesti border disease virus (BDV) sekä BVDV ovat geenisekvenssiltään hyvin lähellä toisiaan (Nettleton 1990). Klassinen sikaruttovirus (classical swine fever virus, CSFV) on näiden tautien kanssa myös osin samankaltainen (Moennig 2000). Läheisen sukulaisuuden vuoksi nämä kolme virusta (BVDV, BDV ja CSFV) voivat perinteisillä virus- ja vasta-ainetesteillä tutkittaessa ristireagoida eli aiheuttaa virheellisiä positiivisia tuloksia (Paton ym. 1995).

Pestiviruksille on tyypillistä istukan läpäiseminen. Virukset voivat tartuttaa sikiön ja aiheuttaa viruserittäjän syntymisen, jolloin virus leviää tehokkaasti eläinryhmässä (Nettleton 1990). BVDV ja BDV aiheuttavat terveille eläimille yleensä lieväoireisen tai oireettoman akuutin tartunnan, ja tautien suurin merkitys liittyy viruksen aiheuttamiin hedelmällisyshäiriöihin ja viruserittäjien syntymiseen (Walz 1996, Nettleton ym. 1998). Klassinen sikarutto puolestaan aiheuttaa lähes aina vakavan kliinisen taudin (Moennig 2000).

Pysyvästi BD-viruksen tartunnasta sairastuneet lampaat voivat saada aikaan vasikoissa vasta-aineiden kehittymisen BDV:tä vastaan (Braun ym. 2014). Kun BVDV:n suhteen vasta-ainenegatiivisia vasikoita altistettiin pysyvästi BDV-tartunnan saaneille uuhille, osalle tutkituista vasikoista kehittyi vasta-aineita. Sen sijaan BVDV-vasta-aineet vaikuttaisivat suojaavan vasikoita BD-virusta vastaan. Lampaiden pestivirustartunnat voivat olla häiritsevä tekijä BVD-kontrollissa. BVD:n juurimisessa olisikin syytä pitää lampaat ja naudat erillään (Braun ym. 2014).

3.1 Epätyypilliset pestivirukset

Pestiviruksista on tavattu viime vuosina ns. epätyypillisiä pestivirusmuotoja. Vuonna 2004 Brasiliassa eristettiin vasikan sikiön seerumista pestivirus, joka nimettiin HoBi-kannaksi (käytetään myös nimitystä BVDV-3). HoBi:n kaltaisia viruskantoja on tavattu myös muualla Etelä-Amerikassa sekä Thaimaassa Khon Kaenissa, jossa epätyypillinen pestivirus löydettiin BVD-seurannan yhteydessä. Tämä epätyypillinen pestiviruskanta, nk. *Th/04_KhonKaen*, ei aiheuttanut eläimissä kliinistä tautia (Decaro ym. 2011).

Vuosina 2009-2010 Italiassa Calabriassa havaittiin vakava vasikoiden hengitystieoireinen taudinpurkaus (Decaro ym. 2011). Eläimiä ei ollut tutkittu pestivirusten varalta ennen karjaan tuomista, mutta ne oli rokotettu BVD-virusta vastaan. Sekvenssianalyysissä löydetty pestivirukset olivat läheisempää sukua HoBi-kannalle kuin BVDV-1 tai BVDV-2 kannoille. Tämä Italian tapaus osoittaa, että epätyypillisiä pestiviruksia tavataan nykyään myös Euroopassa (Decaro ym. 2011).

Brasiliassa löydetty HoBi-virus löydettiin vasikan seerumista, jota käytettiin rokotteissa (Decaro ym. 2011). On mahdollista, että epätyypilliset pestivirukset ovat rantautuneet Eurooppaan rokotteiden mukana. Nämä uudet kannat on otettava huomioon BVD-kontrollissa. Käytössä olevat rokotteet eivät välttämättä tehoa uusiin viruskantoihin, ja lisäksi BVD-seurannassa yleisessä käytössä olevien PCR-menetelmien herkkyys epätyypillisten pestivirusten havaitsemiseen on huono (Decaro ym. 2011).

Porsaista löydettiin vuonna 2015 Pohjois-Amerikassa epätyypillinen pestivirus (atypical porcine pestivirus, APPV) (Postel ym. 2016). Kuten muutkin pestivirukset, myös APPV-tartunta voi tiineyden aikana saatuna johtaa viruserittäjän syntymiseen. Porsaille synnynnäistä tärinää aiheuttava APPV on tavattu Suomessa ensimmäisen kerran vuonna 2018 (London & Laine 2018).

4 LABORATORIODIAGNOSTIIKKA

BVDV-tartuntaa voidaan epäillä pelkkien oireiden perusteella, mutta koska taudinkuva on hyvin moninainen, diagnoosi vaatii varmistuksen. Sen vuoksi BVD-diagnostiikassa käytetään laboratoriomenetelmiä, yleensä joko viruksen tai vasta-aineiden osoittamista (Sandvik 2005). Kontrolliohjelmien diagnostiikalla on yleensä kaksi tarkoitusta: joko karjatason monitorointi tartuntojen määrän eli prevalenssin sekä kontrolloinnin onnistumisen selvittämiseksi tai yksilötason testaus viruserittäjien löytämiseksi. Lisäksi sertifioidulla diagnostiikalla voidaan antaa karjakohtaisia BVD-vapausstatuksia esimerkiksi eläinliikenteen sallimiseksi (Sandvik 2005). Pohjoismaissa diagnostiikka perustuu lypsykarjojen tankkimaito- sekä emolehmäkarjojen ryhmäseeruminäytteistä tehtyihin vasta-ainetutkimuksiin (Lindberg & Alenius 1999).

Akuutisti tartunnan saanut eläin kehittää vasta-aineita kolmessa viikossa, ja vasta-aineet pysyvät korkealla pitkään, jolloin ne voidaan tunnistaa (Sandvik 2005). BVD-diagnostiikalle ominaista on kuitenkin, ettei pelkkä vasta-ainenegatiivisuus yksilötasolla riitä, sillä leviämisen kannalta tärkeimmät viruserittäjät ovat yleensä vasta-ainenegatiivisia. Siksi vaaditaan myös testejä viruksen osoittamiseksi. Karjatasolla vasta-ainetestaus perustuu yleensä tankkimaitonäytteisiin, ja toisinaan käytetään kohdistettuja ”spot test” -testauksia, jossa verinäytteet otetaan rokottamattomista nuorista naudoista, joilta emältä saadut eli maternaaliset vasta-aineet ovat ehtineet hävitä (Sandvik 2005). Yksilötasolla viruksen osoittamiseen voidaan näytemateriaalina käyttää verinäytettä tai esimerkiksi korvapalasta (ear notch), kuten Sveitsin juurimismallissa on tehty. Korvapalanäyte kerätään nuorelta vasikalta korvamerkinnän yhteydessä (Presi ym. 2011). Testausmenetelmää valitessa on huomioitava maan tautistatus sekä testauskohde: esimerkiksi rokottaminen voi vaikuttaa serologisiin tutkimuksiin (Graham ym. 2003), ja maternaaliset vasta-aineet voivat joissain menetelmissä häiritä viruksen havaitsemista (Zimmer ym. 2004).

4.1 Vasta-aineiden osoittaminen

Vasta-aineita tutkittaessa BVDV-diagnostiikassa on rutiininomaisesti käytössä vasta-aine-ELISA (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay) sekä tarvittaessa varmistusmenetelmänä

virusneutralisaatio (Sandvik 2005). Virusneutralisaatio on *in vitro* -menetelmä, joka perustuu vasta-aineiden virusta neutralisoivaan vaikutukseen. Ensiksi tutkittavasta seerumista tehdään laimennossarja, johon lisätään vakiomäärä BVD-virusta. Seerumin ja viruksen annetaan reagoida keskenään ja sen jälkeen siihen lisätään solut, joiden annetaan kasvaa. Jos seeruminäytteessä on BVDV-vasta-aineita, virus neutraloituu eikä se kykene lisääntymään soluviljelmässä. Virusneutralisaation tulos luetaan mikroskoopilla. Jos testissä käytetään sytopatogeenista virusta, soluviljelmää ei tarvitse värjätä. Testin tulos määräytyy sen perusteella, kuinka laimennettu seeruminäyte kykenee estämään virusta. Oikein kalibroitu virusneutralisaatio on hyvin herkkä (sensitiivinen) ja kohdentunut (spesifinen) menetelmä, mutta sen toteuttaminen vaatii useamman päivän sekä virologiaan erikoistuneen laboratorion, jossa ulkopuolisten kontaminaatioiden riskit voidaan minimoida (Sandvik 2005).

Vasta-aine-ELISA on hyvä menetelmä suurten näytemäärien tutkimiseen, sillä se toimii sekä seerumi- että tankkimaitonäytteille (Sandvik 2005). Tulokset eivät riipu soluviljelmästä tai muiden virusten kontaminaatiosta, ja tulokset saadaan yleensä muutamassa tunnissa. Epäsuorassa ELISassa näytteen spesifiset vasta-aineet tarttuvat testissä oleviin antigeeneihin, mikä havaitaan värireaktiona. Reaktio luetaan optisen tiheyden voimakkuutena (optical density, OD-arvo). Blocking ELISA -menetelmässä näytemateriaalin vasta-aineet estävät testissä käytettyjä, merkittyjä vasta-aineita tarttumasta testin antigeeneihin, jolloin positiivisessa tuloksessa OD-arvo pienenee. Vasta-aine-ELISassa voidaan näytemateriaalina käyttää seerumia, plasmaa tai tankkimaitonäytteitä (Sandvik 2005).

4.2 Viruksen osoittaminen

Viruseristys on yksi menetelmä viruksen osoittamiseen. Virus tunnistetaan soluviljelmästä joko sen sytopatogeenisten ominaisuuksien perusteella tai värjäysmenetelmällä. Kentällä viruksen non-sytopatogeeninen muoto on vallitseva, joten soluviljelmä täytyy värjätä 3-5 päivän kuluttua immunoperoksidaasi- tai immunofluoresenssimenetelmällä. Viruseristystä käytetään tyypillisesti varmistusmenetelmänä tai referenssitestinä laboratorioissa (Sandvik 2005). Maternaalisten vasta-aineiden on todettu häiritsevän viruseristysten onnistumista: siksi viruseristys ei ole luotettava menetelmä ternimaitoa juoneelle vasikalle, jolla on korkea

maternaalisten vasta-aineiden pitoisuus. Viruserittäjävasikoilla nämä vasta-aineet ovat kadonneet 10 viikon iässä ja viruseristys voidaan suorittaa ongelmitta (Zimmer ym. 2004).

ELISA-menetelmää voidaan käyttää myös viruksen osoittamiseen. Antigeeni-ELISA on paljon käytetty menetelmä viruksen antigeenin löytämiseen, sillä se soveltuu rutiininomaisesti käytössä olevien verinäytteiden tutkimiseen. Antigeeni-ELISA toimii samalla periaatteella kuin vasta-aineita havaitseva blocking ELISA (Sandvik 2005). Virusneutralisaation tavoin antigeeni-ELISA ei ole luotettava maternaalisten vasta-aineiden läsnä ollessa, eli menetelmä ei sovellu ternimaitoa juoneille alle 10 viikkoisille vasikoille (Zimmer ym. 2004).

Viruksen RNA:n etsimiseen käytetään pestivirusdiagnostiikassa RT-PCR (reverse transcription-polymerase chain reaction, ”käänteistranskriptiopolymeraasiketjureaktio”) -menetelmää. Menetelmässä on neljä vaihetta: RNA:n eristys, sen käänteiskopioiminen cDNA:ksi, amplifikaatio (voimistaminen) alukkeiden avulla sekä lopulta amplifikoitujen pätkien tunnistaminen. Menetelmä on hyvin sensitiivinen ja soveltuu tankkimaito- sekä yhteisverinäytteiden tutkimiseen (Sandvik 2005). RT-PCR:n etu viruserittäjien tunnistamisessa on, että maternaaliset vasta-aineet eivät aiheuta virhenegatiivisia tuloksia (Zimmer ym. 2004), koska vasta-aineilla ei ole vaikutusta viruksen genomin tunnistamiseen.

5 KONTROLLIOHJELMAN SUUNNITTELU

Juurimisstrategian valintaan vaikuttaa maan karjapopulaation BVD-vasta-aineiden esiintyvyys sekä karjatiheys ja karjojen tyyppi: suurissa, runsaan eläinliikenteen karjoissa virus ei rajoitu itsestään niin helposti kuin pienissä suljetuissa karjoissa (Greiser-Wilke ym. 2003). Taudilla on suurin vaikutus karjatalouteen, kun tartunta osuu poikimisen aikaan. Suuri riski on myös viruserittäjän tuominen karjaan, jossa on paljon alkutiineydessä olevia nautoja, sillä se lisää uusien viruserittäjien syntymisen todennäköisyyttä. Viruserittäjät ovat suuressa roolissa juurimisen suhteen: tärkeintä olisi estää kohdussa tapahtuva tartunta tunnistamalla ja poistamalla viruserittäjät karjasta (Greiser-Wilke ym. 2003). Pohjoismaissa on osoitettu, että BVD-tartunta saadaan juurittua karjasta poistamalla viruserittäjät (Stahl & Alenius 2012).

Kontrolliohjelman suunnittelu alkaa kohdemaan epidemiologisen tilanteen selvittämisellä (Greiser-Wilke ym. 2003). Täydellinen juuriminen on toteutettavissa vain, mikäli alueella karjaa ei rokoteta rutiininomaisesti BVD-virusta vastaan. Karjatiheillä alueilla juuriminen on vaikeampaa (Greiser-Wilke ym. 2003). Kun korkean BVD-prevalenssin alueella aletaan rajoittaa tautia, laumaimmunitetin tuoma suoja vähenee. Tällöin vielä virusta kantavat karjat ovat suurempi riski taudin leviämislle. Uusintatartuntojen määrään voidaan tällaisilla alueilla vaikuttaa esimerkiksi eläinten liikkumisen rajoittamisella (Lanyon & Reichel 2014). Karjatiheillä alueilla säännöllisellä rokottamisella pyritään estämään viruserittäjien syntyminen sekä MD-tautitapaukset ja siten minimoimaan tartunnan aiheuttamat tappiot (Oirschot ym. 1999, Greiser-Wilke ym. 2003).

Kontrolliohjelman toteuttaminen vaatii luotettavia ja edullisia diagnostisia menetelmiä, joiden toimivuus on varmistettu laboratorioden välisillä vertailututkimuksilla ja referenssinäytteillä (Greiser-Wilke ym. 2003). Rokottamattomille karjoille paljon käytössä oleva tankkimaitonäytteiden vasta-aine-ELISA on taloudellinen vaihtoehto. Viruserittäjien tunnistaminen vaatii viruksen löytävää menetelmää, kuten antigeeni-ELISA tai RT-PCR. Korkean vasta-aine-prevalenssin karjoissa tyypillisiä menetelmiä ovat virusantigeenin etsimiseen perustuvat ELISA-testit (Greiser-Wilke ym. 2003). Juurimisen aloittamisen kannalta on myös tärkeää, että alueella on toimiva tietojärjestelmä, josta voidaan seurata alueen eläinliikennettä ja eläinpopulaatioita (Lanyon & Reichel 2014).

Juurimisohjelmia voidaan toteuttaa joko lakisääteisesti tai vapaaehtoisuuteen perustuen. Suomessa juurimisen tueksi saatiin 2004 asetus taudin vastustamisesta (MMM 2/EEO/2004). Tilallisten motivointi voi olla haastavaa vapaaehtoisissa ohjelmissa, sillä BVD ei tartu ihmisiin eikä sillä ole suurta medianäkyvyyttä: sosiaalinen paine taudin vastustamiseen on hyvin pieni. Toisaalta on todettu, että ilman viruserittäjiä tauti on itsestään rajoittuva, joten pelkkä tilallisten kouluttaminen taudin vastustamiseen voi saada juurimisen onnistumaan. Tämän vuoksi tilalliset on saatava vakuuttuneiksi siitä, että taudin hävittäminen tuottavaa myös heille itselleen (Lanyon & Reichel 2014). Myös kustannusten jakautuminen vaikuttanee tilallisten halukkuuteen olla mukana ohjelmassa: esimerkiksi Sveitsissä kolmannes juurimisohjelman kustannuksista jäi tilallisten maksettavaksi, Norjassa puolestaan menot jaettiin tilallisten, nautaelinkeinon, eläinten terveystieteiden keskeisen ja eläinlääkärijärjestön kesken (Lanyon & Reichel 2014).

5.2 Rokotteiden käyttö BVD:n kontrolloinnissa

Rokotteiden käyttö voidaan kieltää tai sitä voidaan suosia riippuen maan tautitilanteesta. Riski- ja talousanalyysien perusteella rokottaminen on kannattavaa, jos taudin prevalenssi maassa on korkea (Oirschot ym. 1999). BVD-virusta vastaan on kehitetty sekä tapettuja rokotteita että heikennettyä, elävää virusta sisältäviä rokotteita. Rokotteet kehitettiin vähentämään BVD:n aiheuttamia kliinisiä oireita sekä taudin aiheuttamaa vastustuskyvyn heikkenemistä ja siten vähentämään taloudellisia tappioita (Oirschot ym. 1999). Kehityksessä ei kuitenkaan huomioitu sikiön suojelemista taudilta, minkä vuoksi rokottaminen ei välttämättä suojannut viruserittäjien syntymiseltä (Moennig & Becher 2018). Kun viruserittäjien merkittävyys taudin leviämälle tiedostettiin, alettiin rokotteita kehittää ensisijaisesti suojaamaan sikiötä tartunnan saamiselta (Moennig & Becher 2018). Pohjoismaissa esiteltiin 1990-luvun alussa juurimismalli, joka perustui rokotteiden kieltämiseen ja niiden sijaan eläinten testaamiseen ja viruserittäjien poistamiseen karjasta. Tällä mallilla saavutettiin hyviä tuloksia ja sittemmin myös muualla Euroopassa kontrollin ja myös rokottamisen pääasiallinen kohde on ollut viruserittäjien vähentäminen (Moennig ym. 2005).

Viruserittäjät ylläpitävät tautipainetta karjoissa niin voimakkaasti, että mikäli niitä ei poisteta karjasta, ei pelkällä rokottamisella saavuteta edistystä taudin vähentämisessä (Moennig ym. 2005). Viruserittäjien syntymistä voidaan vähentää rokottamalla hiehot maternaalisten vasta-aineiden kadottua, mutta ennen ensimmäistä siemennystä (Oirschot ym. 1999). Jotta rokotteista saataisiin suurin mahdollinen hyöty, vaaditaan järjestelmällinen ja ennalta määriteltyyn karjaryhmään kohdistuva systeemi, joka kattaa suuremman alueen tai koko maan. Yksittäisten karjojen tarpeisiin suunniteltu rokotus ei ole tehokas taudin vastustamisessa maan tasolla (Moennig ym. 2005).

Elävää virusta sisältävä rokote saa aikaan yleensä pitkäaikaisen ja tehokkaan vasta-ainesuojan. Väärään aikaan annettuna siitä voi olla kuitenkin haittaa: esimerkiksi alkutiineydessä vasta-ainenegatiiviselle naudalle annettu non-sytopatogeenistä virusta sisältävä rokote voi johtaa viruserittäjän syntymiseen (Moennig ym. 2005). Sikiön tartunta voi olla seurausta joko rokotteen viruksesta tai rokotteen kontaminoitumisesta. Kontaminaatio voi olla peräisin seerumista, jota käytetään soluviljelmissä, joissa rokotetta valmistetaan (Moennig ym. 2005, Moennig & Becher 2018). Elävä, heikennetty rokote voi myös saada aikaan MD-taudin kehittymisen viruserittäjässä, jos rokotevirus on sytopatogeenistä biotyyppiä (Bolin ym. 1985). Tapettu rokote on turvallisempi, mutta se vaatii säännöllisen rokottamisen ja saavutettu suoja ei ole yhtä hyvä (Moennig ym. 2005). Tapettua virusta sisältävän rokotteen on todettu saavan aikaan vasta-aineiden nousun, joka voidaan virusneutralisaatiolla havaita vain 12 viikon ajan rokottamisen jälkeen (Graham ym. 2003). Erittäin hyvä rokotussuoja saavutetaan kaksiosaisella rokotussysteemillä: eläin rokotetaan ensin tapetulla rokotteella ja neljän viikon kuluttua elävällä heikennetyllä rokotteella (Moennig ym. 2005).

Vaikka rokotteilla voidaan teoriassa estää viruserittäjien syntyminen, kenttäoloissa on huomattu, että myös rokotetuille naudoille syntyy viruserittäjävasikoita. Jotta rokottamisella voitaisiin estää viruksen leviäminen täydellisesti, vaadittaisiin täydellinen rokotekattavuus sekä rokote, jolla on täydellinen rokotesuoja. Käytännössä rokottamalla siis ei voida juuria virusta (Stahl & Alenius 2012). Rokotteiden haasteena on myös BVD-viruksen geneettinen variaatio: toistaiseksi millään rokotteella ei ole todettu olevan täydellistä suojaa kaikkia BVDV-kantoja vastaan (Oirschot ym. 1999). Rokottamisen on huomattu myös luovan virheellistä

turvallisuudentunnetta viruksen torjumisessa, mikä voi johtaa esimerkiksi bioturvallisuustekijöiden laiminlyöntiin (Stahl & Alenius 2012).

6 BVD SUOMESSA

Suomi kuuluu maihin, jotka ovat vapaita BVD:stä (Ruokavirasto 2019a). On arvioitu, että jos Suomessa esiintyisi BVD:tä samassa mittakaavassa kuin Euroopassa, vuosittaiset tappiot olisivat 1,8–7,4 miljoonaa euroa (Siekkinen ym. 2006). Viimeisin aktiivinen BVD-tartunta tavattiin Suomessa vuonna 2009 Keski-Pohjanmaalla, ja viimeinen viruserittäjä poistettiin tästä karjasta vuonna 2010 (Ruokavirasto 2019a). Myös Suomessa taudin leviämisen estämisessä pääroolissa on viruserittäjien aikainen löytäminen ja poistaminen karjasta. Tärkeää on ollut myös tilallisten, erityisesti lihakarjatilallisten, rohkaiseminen seurantaohjelmiin liittymiseen (Nuotio ym. 1999).

BVD-tartunta todettiin suomalaisessa karjassa ensimmäisen kerran 1987–1988, kun 2000 vientiin menevää vasikkaa tutkittiin vasta-aineiden varalta (Nuotio ym. 1999). Vuonna 1992 tutkittiin 5000 lypsykarjan tankkimaitonäytteet BVD-vasta-aineiden varalta: tulosten perusteella Suomen BVD-prevalenssi oli tuolloin 0,8 %. Tarkemman kokonaiskuvan saamiseksi ja tulevien kontrolliohjelmien lähtötietojen keräämiseksi aloitettiin vuosittaiset näytteenotot vuodesta 1993 vuoteen 1997. Kaikilta meijereille maitoa tuottavilta tiloilta kerättiin keväisin 50 millilitran tankkimaitonäytteet, ja suurimmasta osasta lihakarjoja kerättiin vuosittain seeruminäytteet. Parhaimmillaan tutkittiin 98 % Suomen karjoista vuonna 1995. Näytteet lähetettiin tutkittavaksi Ruokavirastoon, jossa tankkimaitonäytteet tutkittiin vasta-aineiden varalta ELISA-menetelmällä ja seeruminäytteet mikroneutralisaatiomenetelmällä (Nuotio ym. 1999).

Vuosien 1993–1997 aikana viruserittäjiä löydettiin 42 tilalta. Näistä kaksi oli lihakarjoja ja loput lypsykarjoja. Korkein BVD-vasta-aineprevalenssi oli vuonna 1994, jolloin se oli 0,99 %, ja arvo laski vuoden 1996 prevalenssiin 0,37 %. Myös viruserittäjien määrä laski vuosittain. Vuosien 1994–1997 lasku havaittiin vain lypsykarjoissa, sillä pelkissä lihakarjoissa prevalenssi vaihteli 1–3 % välillä, eikä laskenut seurannan aikana (Nuotio ym. 1999).

Vuonna 1998 seuranta jatkettiin ja se kesti vuoteen 2004. Karjoista tutkittiin vuosittaiset tankkimaitonäytteet vasta-aineiden varalta. Uusista vasta-ainepositiivisista, mutta aiemmin testaamattomista karjoista otettiin myös eläinkohtaiset seeruminäytteet, sillä kyseiset karjat

olivat potentiaalisia BVD-virusta kantavia karjoja. Lisäksi emolehmäkarjoista kerättiin verinäytteitä. Näytteistä etsittiin vasta-aineita epäsuoralla vasta-aine-ELISA:lla, ja positiivisiksi ilmenneet näytteet testattiin uudelleen. Viruksen etsimiseen seeruminäytteistä käytettiin immunoperoksidaasi-menetelmää. Löytyneiden tartuntojen alkuperäinen lähde pyrittiin selvittämään (Rikula ym. 2005).

Vuosina 1998-2004 löydettiin 23 uutta tilaa, joilla oli viruserittäjiä (Rikula ym. 2005). Enimmillään tiloja löydettiin 9 kappaletta vuonna 2001 ja vähimmillään ei ilmennyt yhtään uutta viruserittäjätilaa vuonna 2003. Tyypillisin reitti viruksen tulolle karjaan oli viruserittäjän tai viruserittäjää kantavan hiehon ostaminen tilalle. Muutamassa tapauksessa tartunta johtui suorasta tai epäsuorasta kontaktista viruserittäjään, ja yhdessä tapauksessa lähteenä oli keinosiemennyssonnin sperma, joka kerättiin sonnin ollessa akuutisti sairastunut BVD-tartuntaan. Vasta-ainepositiivisten karjojen prevalenssi vuosina 1998–2004 vaihteli 0,15–0,45 % välillä (Rikula ym. 2005).

Tällä hetkellä Ruokavirasto seuraa BVD:n esiintymistä. Maitonäytteitä otetaan karjoista, joissa on esiintynyt tavallista enemmän luomisia, sekä 10 %:sta lypsykarjoja tutkitaan satunnaisnäytteet. Lisäksi 10 % emolehmäkarjoista tutkitaan satunnaisotannalla teurastamolla otetuista seeruminäytteistä. Keinosiemennyskarjoista tutkitaan terveystarkkailuohjelman mukaiset maito- ja verinäytteet (Ruokavirasto 2019b, MMMa 1026/2013).

6.1 Lainsäädäntö ja vapaaehtoinen valvontaohjelma

Koska Suomessa BVD:n valvontaohjelmat ovat olleet vapaaehtoisia, tilallisten ja eläinlääkärien osallistuminen ovat merkittävässä roolissa taudin juurimisen kannalta. Juurimisohjelman eteneminen on ollut hidasta, mikä voi johtua taudin harvinaisuudesta Suomessa sekä siitä, että tartunnat ovat usein huomaamattomia (Rikula ym. 2005). Vuonna 2004 voimaan tullut Maa- ja metsätalousministeriön asetus BVD:n vastustamisesta (MMMa 2/EEO/2004) on helpottanut taudin vastustamista, sillä sen avulla tartunnan saaneille tiloille on ollut mahdollista asettaa rajoitteita, joilla estetään taudin leviäminen tilalta. Ennen asetuksen voimaantulusta Eläinten terveys ETT ry sekä EELA (myöhemmin Evira, nyk. Ruokavirasto)

osallistuivat tutkimuskustannuksiin, jotta mahdollisimman moni karja tutkittaisiin (Rikula ym. 2005).

BVD:n luokitus ja ilmoitusvelvollisuus on muuttunut vuosien varrella (kts. Taulukko 1). Suomen lainsäädännössä naudan virusripuli on määritelty vastustettavaksi, valvottavaksi eläintaudiksi vuodesta 2004 vuoteen 2018 asti (MMMä 843/2013). Eläintautilain 441/2013 14 § mukaan tautitapausepäilystä on välittömästi ilmoitettava virkaeläinlääkärille. Toimijan on 19 § mukaan epäilytilanteessa pyrittävä eristämään eläin ja vältettävä siirtämisestä mahdollisesti saastuneita tavaroita tartunnan leviämisen estämiseksi. Aluehallintovirasto päättää jatkotoimenpiteistä epäilyn yhteydessä. Virkaeläinlääkärin on 20 § mukaan aloitettava tilalla tutkimukset, kuten näytteenotto, epäillyn taudin varmistamiseksi tai poissulkemiseksi. Aluehallintovirasto ryhtyy toimenpiteisiin 23 § mukaan taudin leviämisen estämiseksi. Päätöksellä voidaan antaa esimerkiksi eläimille liikkumiskielto (Eläintautilaki 441/2013).

Taulukko 1. BVD:n luokittelu vuodesta 1995 alkaen.

Ajanjakso	Luokittelu	Lähde
1995–2004	Kuukausittain ilmoitettava muu tarttuva eläintauti	MMMp 1346/1995
2004–2012	Kuukausittain osastolle ilmoitettava valvottava eläintauti	MMMä 200/2004
2012–2013	Välittömästi ilmoitettava valvottava eläintauti	MMMä 58/2012
2013–2018	Valvottava eläintauti, josta ilmoitettava viimeistään seuraavana arkipäivänä	MMMä 1010/2013, MMMä 843/2013
2018–	C) EU:n alueella esiintyvä tauti, jonka leviäminen taudista vapaisiin maihin estettävä D) Tauti, jota valvottava EU:n sisäisissä siirroissa sekä tuonnissa E) Ilmoitettavat ja seurattavat taudit	EU 2018/1882

Vuonna 2018 voimaan tullessa asetuksessa eläintautien luokitus muuttui Euroopan unionin alueella yhteneväiseksi. Euroopan elintarviketurvallisuusvirasto EFSA antoi taudista tieteellisen lausunnon, jonka perusteella BVD luokitellaan EU:ssa luokkiin C, D ja E (EU 2018/1882).

Suomessa oli vuosina 1994-2008 käytössä vapaaehtoinen BVD:n valvontaohjelma (Rikula ym. 2005, MMMa 4/EEO/2008). Valvontaohjelmaan mukaan pääseminen vaati säännöllistä näytteenottoa BVD-vasta-aineiden varalta sekä ohjelman ehtojen noudattamista. Tila saattoi saada todistuksen terveysturvontaohjelmaan kuulumisesta, kun karja oli testattu BVD-vasta-aineiden varalta kaksi kertaa 7–18 kuukauden välein. Ohjelmaan kuuluva karja testattiin 24 kuukauden välein. Ohjelmassa ostoeläimet tuli ostaa toiselta ohjelmaan kuuluvalta tilalta tai sitten eläimet oli testattava viruksen ja vasta-aineiden osalta 30 päivää ennen siirtymistä uudelle tilalle. Lisäksi oli huomioitava eläinkontaktit, joissa BVD:n oli mahdollista levitä: laitumet, ulkotarhat, eläinkuljetukset ja ihmiskontaktit sekä eläinnäyttelyt tuli ottaa huomioon (MMMa 2/EEO/2004). Vapaaehtoinen valvontaohjelma lakkautettiin vuonna 2009 (MMMa 4/EEO/2008).

6.2 Riskinarvio BVD:n leviämisestä Suomeen

Ruokaviraston tekemän riskinarvion mukaan tuontisperma on tunnistettu riskiksi tuoda BVD-tartunta Suomeen (Siekkinen ym. 2006). Suomeen tuotu sperma on 2000-luvulla ollut pääosin Ruotsista ja Tanskasta, jotka ovat nykyään taudista vapaita maita (Metcalf 2019, Siekkinen ym. 2006), mutta spermaa tuodaan myös maista, joissa tautia esiintyy kotoperäisenä, kuten Pohjois-Amerikasta (Siekkinen ym. 2006). Arvion mukaan vuosittain noin 6,5 annosta Suomeen pääsystä Pohjois-Amerikasta tuotua spermaa on saastunut BVD-viruksella, huolimatta tuonnille asetetuista terveys- ja hygieniavaatimuksista. Näillä kuudella saastuneella siemennesteellä siemennetystä vasta-ainenegatiivisesta emästä arviolta 3–4 saa tartunnan. Aiemmin jo todettiin, että viruserittäjän syntymä keinosiemennyksen välityksellä on harvinaista (Meyling & Mikél 1988), mutta Ruokaviraston riskinarvion mukaan todennäköisyys ei kuitenkaan ole olematon. Näin ollen tuontisperman katsotaan olevan vähäinen, mutta ei olematon riski BVD-viruksen leviämiseksi suomalaisen karjaan (Siekkinen ym. 2006).

7 MUIDEN POHJOISMAIDEN BVD-KONTROLLI

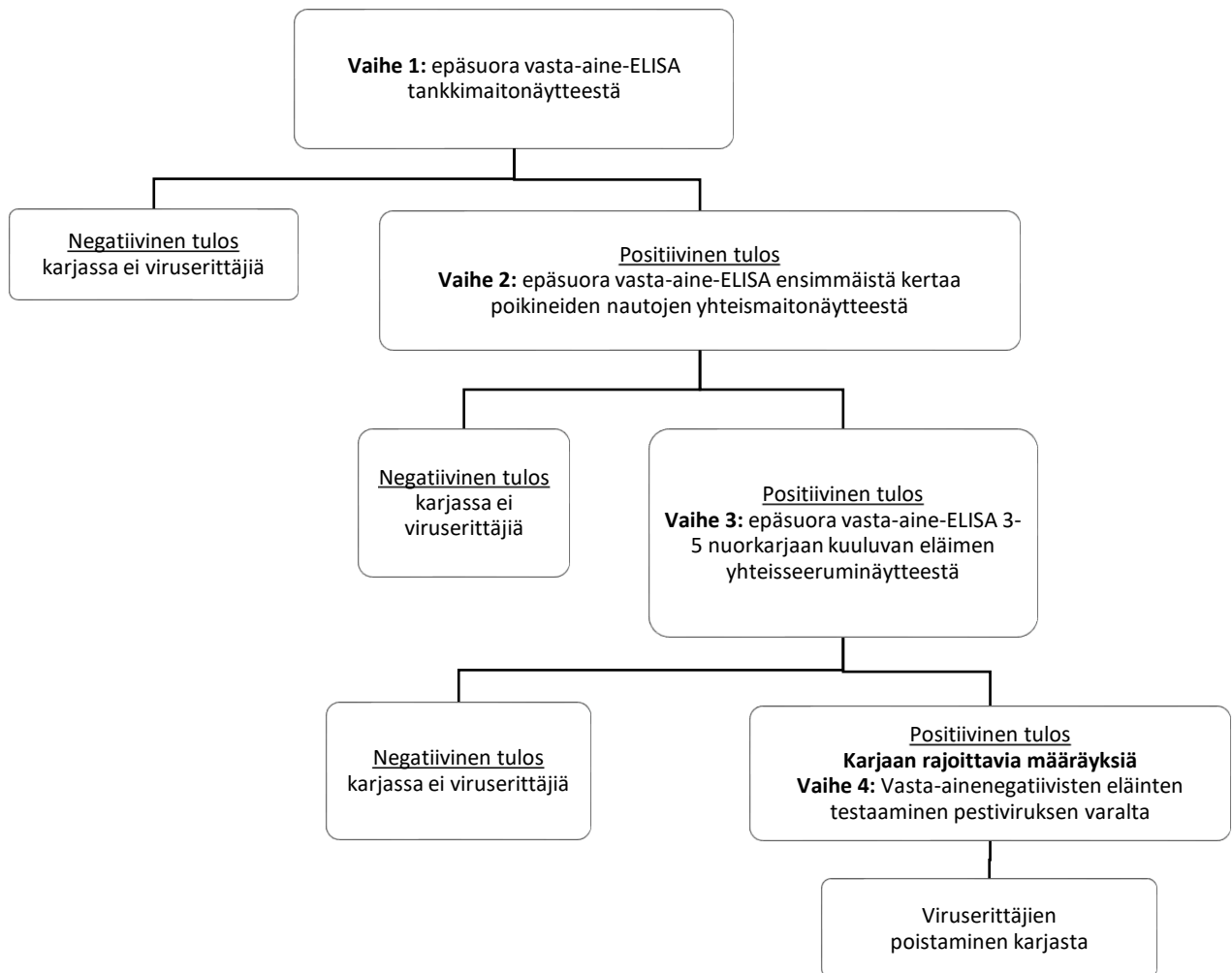
Suomessa, Ruotsissa, Norjassa ja Tanskassa on BVD:n vastustamisessa käytössä 1990-luvulla kehitetty ns. pohjoismainen malli (Moennig & Becher 2018). Islannissa BVD-tartuntoja ei ole koskaan todettu (Kohnle 2017). Pohjoismaiseen malliin kuuluu rokottamisen kieltäminen, sillä suuri osa testeistä perustuu vasta-aineisiin. Malli on nykyään käytössä myös Sveitsissä ja Itävallassa (Moennig & Becher 2018). Skandinaavinen malli koostuu kolmesta periaatteesta (Lindberg & Alenius 1999):

1. Tartunnan saaneet karjat erotellaan ”puhtaista” karjoista vasta-aineisiin perustuvien menetelmin joko tankkimaitonäytteillä tai spot-testeillä
2. BVDV-vapaita karjoja seurataan säännöllisesti ym. menetelmillä, ja BVDV-vapaudesta myönnetään sertifikaatti
3. Viruserittäjät poistetaan karjasta

Skandinaaviseen malliin kuuluu tärkeänä osana myös tilallisten ja muiden osapuolten valistus ja tiedotus BVD:stä. Tilallisten on koettu motivoituvan ohjelman noudattamiseen, kun he ovat ajan tasalla oman karjansa BVDV-statuksesta (Lindberg & Alenius 1999).

7.1 Norja

Pestivirus eristettiin ensimmäisen kerran norjalaisesta karjasta vuonna 1967. Vuonna 1986 BVD:n vasta-aineprevalenssi oli lypsykarjoissa 18,5 %. Ennen vuotta 1985 viruserittäjiä löydettiin vuosittain alle kymmenen, mutta sen jälkeen määrä nousi jopa 200 kappaleeseen vuonna 1989. Tämän perusteella todettiin, että BVD:n taloudellinen merkitys Norjassa oli suuri. BVD:tä vastaan rokottaminen on ollut aina kiellettyä Norjassa. Vuosina 1992-2004 ohjelman tavoitteena oli juuria pestivirus norjalaisista nautakarjoista ensisijaisesti poistamalla viruserittäjät karjasta (Loken & Nyberg 2013).



Kuva 2. Norjan juurimismallin vaiheet viruserittäjien löytämiseksi Loken & Nyberg (2013) mukaan. Nuorkarjalla tarkoitetaan 8–15 kuukauden ikäisiä nautoja.

Eläimet testattiin viruksen varalta neljässä vaiheessa (kts. Kuva 2). Lypsykarjoista tutkittiin ensin yhteismaitonäytteitä (vaiheet 1 ja 2) ja sitten nuorkarjan seeruminäytteet (vaihe 3). Lihakarjoissa tutkiminen aloitettiin suoraan vaiheesta 3. Karjoille tarvittaessa annetut rajoittavat määräykset koskivat eläinten myyntiä ja laidunnusta. Karja voitiin todeta pestiviruksesta vapaaksi, kun viruserittäjät oli poistettu ja nuorkarjan yhteisverinäyte oli negatiivinen kahdessa 3 kuukauden välein otetussa näytteessä. Vapaaksi toteamisen jälkeen rajoitteet purettiin karjasta (Loken & Nyberg 2013).

Ennen vuotta 1998 verinäytteiden jatkotestaus viruksen varalta oli vapaaehtoista. Vuonna 1998 Norjan elintarviketurvallisuusvirasto NAH (Norwegian Animal Health Authorities,

nykyään Norwegian Food Safety Authority) otti vastuun suoritettavista testeistä ja niistä aiheutuvista kustannuksista. Vasta-ainenegatiivisten eläinten testaus viruksen varalta aloitettiin, ja viruserittäjät poistettiin karjasta välittömästi (Loken & Nyberg 2013).

Vuosina 2001-2003 näytteenottoa tehostettiin alueilla, joilla tankkimaidon perusteella vasta-aineposiitivisia karjoja oli edelleen runsaasti ja joilla oli paljon yhteislaidunnusta tai eläinten myyntiä. Näytteitä otettiin useammin ja negatiivinen tulos johti vain kolmen kuukauden ajaksi rajoitusten poistamiseen. Jo epäily viruserittäjästä riitti syyksi asettaa rajoituksia kyseisen karjan myyntiin ja laidunnukseen. Testauksen lisäksi osa strategiaa oli jatkuva ja intensiivinen tilallisten valistaminen taudista (Loken & Nyberg 2013).

Juurimisprojektin aikana positiivisten tilojen määrä oli suurin toisena vuonna, jolloin niitä oli 3000 kappaletta eli noin 10 % Norjan tilamäärästä (Loken & Nyberg 2013). Vuoden 1994 jälkeen positiivisten karjojen määrä laski tasaisesti: kymmenen vuoden päästä ohjelman aloittamisesta vain kolmessa norjalaisessa karjassa todettiin viruserittäjiä, eli viruserittäjien prevalenssi oli noin 0,01 %. Projektin arvioitiin säästäneen 50-200 miljoonaa Norjan kruunua vuodessa vähentämällä BVD:n aiheuttamia taloudellisia tappioita. Itse projekti maksoi ensimmäisen kymmenen vuoden aikana 52,4 miljoonaa Norjan kruunua. Vuoden 2005 jälkeen Norjassa ei ole löydetty yhdestäkään karjasta viruserittäjiä. Pestivirusseurantaa on jatkettu projektin jälkeenkin (Loken & Nyberg 2013).

7.2 Ruotsi

Ruotsissa BVD-kontrolliohjelma aloitettiin vuonna 1993 (Hult & Lindberg 2005). Arvioitu BVD-prevalenssi oli tuolloin 40 %. Ohjelman loppuvaiheessa enää 0,9 % tiloista tarvitsi puhdistamista taudista. Ohjelma aloitettiin vapaaehtoisena, mutta vuosina 1997 ja 1999 mukaan saatiin lypsy- ja lihakarjateollisuuden vaatimukset osallistumiseen ja lopulta vuonna 2002 ohjelma tehtiin kansallisella tasolla pakolliseksi. Nautateollisuuden ja lainsäädännön mukaantulo auttoivat taudin vastustamista. Ohjelman aikana edistyminen tallennettiin vuonna 1997 aloitettuun tietokantaan, josta näkee tilojen tautistatuksen sekä muita tilakohtaisia tietoja, kuten karjakoon ja tuotantomuodon (Hult & Lindberg 2005).

Vuonna 1993 52 %:lla ruotsalaisista lypsykarjoista oli tankkimaitonäytteessä korkeat BVD-vasta-ainepitoisuudet. Vapaaehtoisen kontrolliohjelman tarkoituksena oli estää tartunta karjojen välillä, poistaa virus tartunnan saaneista karjoista ja lopulta saavuttaa kansallinen BVD-vapaus. Alussa ohjelma oli täysin tilallisten kustantama, mutta vuodesta 1996 alkaen maatalousvirasto alkoi myöntää apurahoja laboratoriotestien suorittamiseen. Kenttätöystä aiheutuvat kustannukset ovat kuitenkin tilallisten huolehdittavana (Hult & Lindberg 2005).

Kontrolliohjelman perustana on rokottamattomuus. Vapaus vasta-aineista on oleellista, sillä saadakseen BVD-vapaudesta sertifikaatin, karjan on oltava säännöllisesti testeissä vasta-ainenegatiivinen. Viruserittäjät poistetaan karjasta tehokkaasti ”test-and-cull” -periaatteella. Tiloille asetetut rajoitteet koskevat tartunnan tyypillisiä leviämistapoja eli suoria eläinkontakteja sekä viruserittäjiä kantavien nautojen myyntiä. Ohjelman edetessä myös epäsuoriin tartuntatapoihin on kiinnitetty enemmän huomiota (Hult & Lindberg 2005).

Ohjelman viimeisessä vaiheessa vuonna 2004 kaikille tartunnan saaneille karjoille laadittiin karjakohtaiset suunnitelmat viruserittäjien poistamiseksi tiloilta. Tartunnan saaneiden tilojen tuli myös tiedottaa asiasta naapuri- ja muita kontaktitiloja, eikä tiloilla ollut oikeutta myydä vasikoita ennen kuin oli varmistuttu, ettei kyseessä ole viruserittäjä (Hult & Lindberg 2005).

Ruotsin ohjelma on edelleen käynnissä ja painottuu nyt tilallisten ja muiden tuotantotahojen kouluttamiseen ja tiedottamiseen (Hult & Lindberg 2005). Onnistumisen kannalta ohjelmassa koettiin tärkeäksi viranomaistahoilta tuleva tuki sekä riittävät resurssit näytteenoton ja analysoinnin suorittamiseen. Myös eri osapuolten, kuten eläinlääkäreiden, tilallisten ja eläinkauppiaiden, yhteistyötä ja kommunikaatiota pidettiin oleellisena. Ohjelman aikana haasteeksi koettiin lihateollisuuden mukaan saaminen: näytteenottokustannukset ovat lihakarjoissa suurempia, sillä tankkimaitonäytteitä ei voida käyttää. Näiden tilallisten koetaan olevan myös yleisesti vaikeammin informaation tavoitettavissa. Verinäytteiden ottaminen on myös käytännössä haastavaa, erityisesti jos kyseessä on laiduntava karja, joten Ruotsissa on harkittu siirtymistä teurastamolla otettaviin verinäytteisiin. Yleisesti ohjelman jälkeen koettiin, että tehokkain tapa suorittaa maanlaajuinen juuriminen on todennäköisesti pakollinen ohjelma, joka ei aiheuta kustannuksia tilallisille ja jossa säädökset kohdistetaan

erityisesti eläinkauppaan (Hult & Lindberg 2005). Ruotsi kuuluu nykyään Euroopan BVD-vapaisiin maihin (Metcalf 2019).

7.3 Tanska

Tanskan BVD-kontrolliohjelma aloitettiin vuonna 1994. Ohjelma aloitettiin vapaaehtoisena, mutta pian lainsäädäntö saatiin mukaan. Vuonna 1994 tehdyn tankkimaitotutkimuksen mukaan tanskalaisista lypsykarjoista 39 %:sta löytyi viruserittäjiä ja maan vasta-aineprevalenssi karjoissa oli 50 % (Bitsch ym. 2000, Metcalfe 2019). Vuonna 1999 enää 9 %:sta lypsykarjoja ja 5 %:sta lihakarjoja löytyi viruserittäjiä (Bitsch ym. 2000).

Lainsäädäntö tuli kontrolliohjelmaan mukaan 1996 (Bitsch ym. 2000). Rajoitteet koskivat pääosin eläinten siirtoa yhteislaitumille, näyttelyihin tai muihin karjoihin. Siirrettävillä eläimillä tuli olla sertifikaatti BVDV-vapaudesta, eli siirrettävän eläimen ei saanut olla viruserittäjä. Myös karjojen BVDV-statusia seurattiin. Viruserittäjiä ei saanut tuoda lainkaan yhteis- tai yksityislaitumille. Tilallisten oli siis huolehdittava, ettei viruserittäjiä pääsisi myöskään syntymään laitumille, eli laitumelle laskettavan tiineen naudan ei saanut kantaa viruserittäjää (Bitsch ym. 2000).

Ohjelmassa suositeltiin, että tiineinä ostetut eläimet eristetään muista eläimistä, kunnes vasikka on syntynyt ja tutkittu BVDV:n varalta. Vasta tämän jälkeen uusi eläin oli turvallista tutustuttaa uuteen karjaan. Monet tilalliset eivät kuitenkaan noudattaneet suosituksia, joten vuonna 1999 otettiin käyttöön laki, jonka mukaan yli vuoden ikäisiä naaraseläimiä saa siirtää muihin karjoihin tai yhteislaitumille vain, jos lähtökarja on BVD-vapaa (Bitsch ym. 2000).

Ohjelman aikana 1,7 % BVDV-vapaiksi todetuista lypsykarjoista ja 0,6 % lihakarjoista sai tartunnan uudelleen. Uusintatartunnan lähteet tutkittiin kyselytutkimusten avulla, ja suuressa osassa tutkittuja tapauksia (36 %) tartunnan lähteeksi osoittautui lähilaitumella laiduntanut viruserittäjä. Vajaassa kolmasosassa (28 %) tapauksista taustalla oli karjaan ostettu tiine hieho tai lehmä, ja 7 % tartunnoista seurasi yhteislaidunnuksesta (Bitsch ym. 2000). Myös naapuritilalla asuva viruserittäjä oli mahdollisesti tartunnan taustalla 3 %:ssa tapauksista: viruserittäjä asui 20–30 metrin päässä olevassa navetassa, mutta ei missään vaiheessa

laiduntanut. Bitsch ym. (2000) mukaan kyse voi olla ilmapölystä tartunnasta. Neljäsosassa tapauksista tartunnan lähde ei selvinnyt (Bitsch ym. 2000).

Tanskassa koettiin, että korkean prevalenssin maassa vapaaehtoinen ohjelma ei ole tehokas (Bitsch ym. 2000). Lainsäädännön osallistuminen on tärkeää kontrolliohjelman onnistumisen kannalta. Ohjelmaa hidastivat tilalliset, jotka eivät kuunnelleet suosituksia, kuten ennen vuotta 1999 Tanskassa kävi. Ongelma oli myös se, ettei viruserittäjien poistaminen karjasta ollut pakollista ja tartunnan lähde säilyi tilalla tarpeettoman pitkään. Tämän vuoksi uudet, tiukemmat rajoitteet olivat tarpeen (Bitsch ym. 2000). Nykyään Tanska kuuluu BVD:stä vapaisiin maihin (Foddai ym. 2016).

8 BVD-KONTROLLI EU:SSA JA ISO-BRITANNIASSA

Tällä hetkellä Euroopassa täysin tai lähes BVD-vapaita maita ovat Suomi, Ruotsi, Norja, Tanska, Sveitsi ja Itävalta (Metcalf 2019). Euroopan maissa käytetyt kontrollistrategiat vaihtelevat maittain ja riippuvat muun muassa maan BVD-prevalenssista. Tässä kappaleessa esitellään tarkemmin kontrolliohjelmia niissä maissa, joissa vastustus on maanlaajuista ja pakollista. Taulukossa 2 on esitelty näiden maiden ohjelmien pääpiirteitä. Lisäksi kappaleessa 8.7 esitellään lyhyesti niitä Euroopan maita, joissa kontrolliohjelmat ovat joko vapaaehtoisia tai alueellisia. Maiden ajantasaisen BVD-tilanteen lähteenä on käytetty Metcalfen (2019) kokoamaa tietoa.

Taulukko 2. Euroopan maiden pakollisten kontrolliohjelmien piirteitä, pois lukien Pohjoismaat.

Maa	Ohjelman tyyppi ja aloitusvuosi	Analytiikan näyttemateriaali	Rokottaminen	Lähde
Saksa	Ala-Saksin alueella vapaaehtoinen 1993–1998, maanlaajuinen vapaaehtoinen 1998–2011, maanlaajuinen pakollinen 2011–	Korvapala, verinäyte, tankkimaito	Sallittu	Greiser-Wilke ym. 2003, Schirrmeyer 2014, Wernike ym. 2017
Sveitsi	Pakollinen 2008–	Korvapala, verinäyte	Kielletty	Presi ym. 2011
Itävalta	Vapaaehtoinen 1997–2004, pakollinen 2004–	Verinäyte, tankkimaito	Kielletty	Rossmann ym. 2010, Metcalf 2019
Skotlanti	Pakollinen 2010–	Korvapala, verinäyte	Sallittu	Humphry ym. 2012, Scottish government 2019
Irlanti	Vapaaehtoinen 2012–2013, pakollinen 2013–	Korvapala	Sallittu	Thulke ym. 2018
Belgia	Pakollinen 2015–	Korvapala, verinäyte	Sallittu	Booth ym. 2016, Moenning & Bechel 2018

Vuonna 2002 Euroopassa perustetiin Euroopan unionin tukema ”Thematic network on BVD-control” -verkosto. Verkoston tarkoitus on tutkia BVD-kontrollia eri maissa ja tarjota tutkimusten pohjalta ohjeita EU-maille, jotka suunnittelevat BVD:n juurimista. Verkosto järjestää myös konferensseja ja julkaisee tutkimuksia aiheeseen liittyen (Lindberg ym. 2006). Euroopassa on halua kehittää yhteisiä ideoita BVD:n vastustamiseksi, vaikka toistaiseksi ei olekaan ylikansallisia lainsäädännöllisiä rajoitteita tai juurimisstrategioita (Schirrmeier 2014).

8.1 Saksa

Saksassa juurimisen haasteena on suuri karjatiheys ja korkea vasta-aineiden prevalenssi. Maassa on yli 14 miljoonaa nautaa, ja jalostuseläinten vienti on taloudellisesti merkittävässä roolissa. BVD-vasta-aineprevalenssi oli vuonna 2003 Saksassa yli 80 %, ja viruserittäjäkarjojen insidenssi (ilmaantuvuus) 1–2 % (Greiser-Wilke ym. 2003). Vuodesta 2004 BVD on määritelty Saksassa ilmoitettavaksi eläintaudiksi (Schirrmeier 2014).

Ala-Saksin alueellisen kontrolliohjelman onnistumisesta on vähäisesti tietoa. Kahden vuoden kuluttua ohjelman aloittamisesta tehty seuranta osoitti, että tilalliset osallistuivat ohjelman alussa aktiivisesti ja testasivat eläimiä sekä poistivat viruserittäjiä karjoista, mutta eivät suorittaneet jatkotestauksia (Greiser-Wilke ym. 2003).

Saksan maanlaajuinen ohjelma perustuu neljään pääsääntöön. 1) Kaikki vasikat on tutkittava viruksen varalta kuukauden kuluessa syntymästä. 2) Viruserittäjät on poistettava karjasta välittömästi joko lopettamalla tai teurastamalla. 3) Karjat, joista löydetään viruserittäjiä, saavat eläinliikennettä rajoittavia määräyksiä. 4) Uudet tartunnat pitää estää esimerkiksi bioturvallisuutta parantamalla ja rokottamalla (Wernike ym. 2017). Saksan mallissa käytetään kaksiosaista rokotussarjaa. Koska Saksassa esiintyy myös genotyyppiä BVDV-2, käytettyjen rokotteiden täytyy antaa suoja molempia genotyyppiä vastaan (Schirrmeier 2014).

Vuosina 2011–2016 Saksassa poistettiin karjoista 48 000 viruserittäjää. Viruserittäjien prevalenssi putosi 0,5 %:sta (2011) alle 0,03 %:iin (2016): määrä lähes puolittui joka vuosi. Vasta-aineprevalenssi vaihtelee osavaltioittain 10–25 % välillä. Saksassa on nyt enemmän

BVDV:n suhteen naiiveja karjapopulaatioita, mikä lisää uusintatartuntojen riskiä. Tämä on huomioitava tiukemmilla bioturvallisuustekijöillä (Wernike ym. 2017).

Saksan BVD-tilanne on selvästi parantunut pakollisen ohjelman myötä. Ohjelma myös osoittaa, että Saksassa vapaaehtoinen kontrolli ei toimi (Schirrmeier 2014). Nyt on alettu harkita siirtymistä antigeenitestauksesta vasta-ainetestaukseen ja menetelmien sopivuutta tutkitaan parhaillaan. Mikäli vasta-aineisiin perustuva testaus tulee käyttöön, joudutaan myös harkitsemaan maan rokotuskäytäntöjä uudelleen (Wernike ym. 2017).

8.2 Sveitsi

Sveitsissä kontrolliohjelma muistuttaa pohjoismaista mallia (Presi ym. 2011). Ohjelman tavoite on tunnistaa ja poistaa viruserittäjät sveitsiläisestä karjapopulaatiosta. Toisin kuin pohjoismaisessa mallissa, sveitsiläisessä ohjelmassa kaikki naudat tutkittiin virusantigeenin varalta. Viruksen etsiminen vasta-aineiden sijaan oli kannattavaa, koska Sveitsissä BVD-vasta-aineprevalenssi oli karjatasolla 100 % ja yksilötasollakin 60 %. Sveitsissä on suuri karjatiheys ja eläinten liikkuvuus runsasta, ja lisäksi Sveitsissä on tyypillistä, että naudat yhteislaiduntavat vuorilla, mikä tuo oman haasteensa taudin vastustukseen (Presi ym. 2011).

Tilalliset otettiin mukaan kontrolliohjelman suunnitteluun, minkä koettiin lisäävän yhteistyöhalukkuutta osapuolten kesken (Presi ym. 2011). Kontrolliohjelma toteutettiin kolmessa vaiheessa. Ensimmäisessä vaiheessa 95 % Sveitsin karjapopulaatiosta testattiin viruksen varalta vuonna 2008. Toisessa vaiheessa testattiin kaikki ne vasikat, jotka olivat ensimmäisen testauksen aikana olleet vielä kohdussa. Kolmannessa vaiheessa uudet syntyvät vasikat testattiin ja taudinpurkauksista tehtiin epidemiologinen selvitys. Näytteenoton ja tulosten odottamisen ajaksi tutkittavalle karjalle määrättiin liikkumista rajoittavia määräyksiä. Esimerkiksi tiineet lehmät eivät saaneet siirtyä tilalta toiselle ennen poikimista ja vasikoiden testausta (Presi ym. 2011).

Syyskuussa 2010 lähes kaikki tilat olivat suorittaneet vaiheet 1 ja 2 (Presi ym. 2011). Lokakuusta 2009 alkaen kaikki syntyvät vasikat oli testattu. Taudinpurkaustapauksissa 36 %:ssa tapauksista tartunnalle löytyi alkuperä. Syinä oli muun muassa se, että yhteislaitumille

pääsi joko virheellisesti negatiivisiksi todettuja viruserittäjiä tai tiineitä nautoja, jotka synnyttivät viruserittäjävasikan laitumelle. Joissain tapauksissa laitumelle päästettyjä nautoja ei oltu tutkittu viruksen varalta. Yhteislaiduntamisen uskotaan aiheuttaneen muitakin tartuntoja kontrollin aikana. Suurimassa osassa tapauksista (64 %) syytä taudinpurkaukselle ei löydetty. On mahdollista, että aiheuttaja on ollut viruserittäjä, joka on lopetettu tai kuollut ennen taudin varmistamista, tai tauti on levinnyt epäsuorasti esimerkiksi eläinlääkärien välityksellä (Presi ym. 2011).

Sveitsin mallissa panostettiin kommunikaatioon ohjelman eri osapuolten välillä (Presi ym. 2011). Eri alueiden eläinlääkintäpalveluiden välille kehitettiin ohjelma, jossa voitiin jakaa ohjeita näytteenottoon sekä kontrolliarvoja. Kaikki labratulokset lähetettiin keskuslaboratorioon, josta tulokset olivat nähtävissä yksilötasolla. Sveitsin eläinliikennetietokanta piti kirjaa eläinten liikkumisesta, ja tietokanta oli avoin tilallisille, jolloin se saivat tietoa eläinliikenteen rajoituksista. Ennen ohjelman alkua sekä sen aikana tiedotettiin BVD:stä (Presi ym. 2011).

Viime vuosina BVD-tapaukset ovat lisääntyneet Sveitsissä. Taudinpurkauksiin on kuitenkin puututtu välittömästi poistamalla viruserittäjät ja rajoittamalla eläinliikennettä, minkä vuoksi tilanne on hallinnassa. Vuodesta 2017 vuoteen 2018 BVD-vasta-aineprevalenssi laski kolmanneksella (Metcalf 2019).

8.3 Itävalta

Myös Itävallassa kontrolliohjelman mallina oli pohjoismainen malli (Rossmanith ym. 2010). Vuonna 1998 viruserittäjiä löytyi 7,5 %:lta osallistuvia tiloja (ohjelman alussa vuonna 1997 5 024 tilaa osallistui ohjelmaan). Vuonna 2005 ohjelmaan osallistuvista tiloista vain 0,36 %:lla oli viruserittäjiä. Ohjelmassa karjoille annetaan BVD-status vasta-ainetutkimusten perusteella. Jos karjasta on otettu kolme kertaa 12 kk:n aikana näytteet eikä niissä ole todettu vasta-aineita, karja on BVD-vapaa. Tämän jälkeen karja testataan vuoden välein. Mikäli pistokokeissa löydetään akuutti BVD-tartunta tai karjasta löytyy viruserittäjä, tulee koko karja tutkia tarkemmin. Ennen eläinten siirtoa tilallisten tulee tutkituttaa karjansa BVD:n varalta. Epäilyttävistä karjoista tulevat eläimet tulee testata yksilökohtaisesti (Rossmanith ym. 2010).

Itävallan esimerkki osoittaa, että BVD-kontrollissa voidaan saavuttaa hyviä tuloksia myös vapaaehtoisella ohjelmalla. Kuitenkin vuonna 2004 astui voimaan laki, jonka mukaan kaikkien tilojen (lukuun ottamatta emolehmätiloja) täytyy osallistua BVD-kontrolliohjelmaan. Pakollisen ohjelman myötä viruserittäjien prevalenssi kaikissa karjoissa putosi 0,16 prosenttiin vuoden 2008 syksyyn mennessä (Rossmanith ym. 2010). Nykyään Itävalta luokitellaan BVD:stä vapaaksi maaksi (Metcalf 2019).

8.4 Skotlanti

Nautaelinkeinon johtama pakollinen BVD-kontrolliohjelma alkoi Skotlannissa vuonna 2010 (Humphry ym. 2012). Ensimmäinen vaihe koostui elinkeinon tukemasta vapaaehtoisesta seulonnasta. Seuraavana vuonna aloitettiin pakollinen jalostuseläinten antigeeniseulonta. Kolmannessa vaiheessa taudin leviämistä estettiin rajoittamalla tartunnan saaneiden eläinten liikennettä. Neljännessä vaiheessa eläinliikennettä rajoitettiin niissä karjoissa, joita ei ole todettu BVD:stä vapaaksi. Eläimet testattiin yksilöittäin 40 vuorokauden sisällä syntymästä, mikäli karjan BVD-status ei ollut tiedossa (Metcalf 2019). Joulukuussa 2019 aloitettiin ohjelman viides vaihe. Nyt niissä karjoissa, jotka eivät 15 kuukauteen ole olleet BVD-vapaita, tulee aloittaa pakollinen BVD-tutkimus. Tutkimuksessa kaikki aiemmin testaamattomat eläimet testataan BVD:n varalta. Uusia eläimiä ei saa tuoda karjaan, jossa tautia on todettu. Eläimet, jotka on tuotu BVD-riskiksi katsottuun karjaan, eivät saa lähteä karjasta ilman yksilökohtaista testausta. Kaikki BVD-positiiviset eläimet tulee sijoittaa erilleen muusta karjasta (Scottish government, 2019).

Skotlannin kontrolliohjelmassa poikkeavaa on, että tankkimaitoa ei ole käytetty ohjelman alun jälkeen näytemateriaalina. Osa tiloista rokottaa nautansa rutiininomaisesti BVD:tä vastaan, joten tankkimaitonäytteet eivät anna todenmukaista tietoa taudin esiintymisestä (Humphry ym. 2012). Skotlannissa pääasiallinen diagnostinen menetelmä on vasta-aineiden tutkiminen nuorista eläimistä. Tuloksista voidaan päätellä, onko kyseinen karja altistunut BVD-tartunnalle (Metcalf 2019, Humphry ym. 2018).

8.5 Irlanti

Irlannissa pakollinen ohjelma alkoi viruserittäjien etsimisellä. Ensimmäisenä neljänä vuonna (vuosina 2013–2016) kaikki syntyvät vasikat tutkittiin BVD:n varalta (Thulke ym. 2018). Viruserittäjien poistaminen karjasta ei ole pakollista Irlannissa. Tilallisille alettiin kuitenkin maksaa siitä, että he poistivat viruserittäjät tietyssä ajassa. Viruserittäjäkarjojen eläinliikennettä rajoitettiin, mikä motivoi tilallisia poistamaan viruserittäjät. Vuodesta 2018 alkaen kaikki karjat, joissa todettiin positiivisia testituloksia BVD-viruksen osalta, joutuivat tarkempaan tutkimukseen taudin varalta. Irlannin viruserittäjien prevalenssi on laskenut vuosien 2013 ja 2018 välillä 0,7 %:sta 0,06 %:in (Metcalf 2019)

Viime aikoina on ilmennyt kiinnostusta vaihtaa menetelmä viruksen etsimisestä epäsuoraan vasta-ainetestaamiseen, joka olisi mahdollisesti tuottajille edullisempaa. Ajatuksena olisi tutkia jokaisesta karjasta kymmenen nuorkarjan edustajaa, joiden perusteella voitaisiin määrittellä koko karjan BVD-status (Thulke ym. 2018). Vasta-aineisiin perustuvaa näytteenottoa ei ole toistaiseksi otettu käyttöön (Metcalf 2019).

8.6 Belgia

Belgiassa kontrolliohjelmaan kuuluu kaikkien vasikoiden pakollinen tutkiminen viruksen varalta. Myös luodut sikiöt ja kuolleena syntyneet vasikat tutkitaan. Ajatuksena on, että tämän ensimmäisen vaiheen jälkeen maassa voitaisiin siirtyä vasta-aineiden seulontaan. Viruserittäjät on pidettävä navetassa, niitä ei saa myydä eikä viedä eläinnäyttelyihin. Eläinliikenne on sallittu vain BVD-vapaille eläimille sekä niille naudoille, jotka ovat synnyttäneet terveitä vasikoita, jotka eivät kannata virusta (Booth ym. 2016, Metcalf 2019).

Lainsäädäntöön on ohjelman aikana tullut pieniä lisäyksiä. Vuodesta 2016 alkaen viruserittäjien poistaminen karjasta on tullut pakolliseksi. Vuodesta 2017 alkaen ostoeläimet on pitänyt testata riippuen lähtökarjan BVD-statuksesta. Vuodesta 2018 alkaen tilat ovat voineet saada sertifikaatteja BVD-vapaudesta (Metcalf 2019).

8.7 Englanti, Alankomaat, Italia, Espanja ja Ranska

Englannissa, Walesissa ja Alankomaissa on käytössä vapaaehtoinen torjuntaohjelma. Näissä ohjelmissa maan lainsäädäntö ei ole mukana, mutta meijeri- ja lihateollisuus ovat voineet asettaa tiloille omia vaatimuksiaan taudin osalta. Esimerkiksi Alankomaissa meijeri- ja liha-ala aloittivat maanlaajuisen BVD-ohjelman vuonna 2018: meijerit eivät ota vastaan maitoa tilalta, joka ei osallistu torjuntaohjelmaan. Tilalliset voivat myös ansaita sertifikaatteja osallistumalla valitsemaansa tutkimusohjelmaan: valittavana on muun muassa tankkimaidon tai korvapalanäytteiden tutkiminen (Metcalf 2019).

Espanjassa on ollut käytössä alueellinen vapaaehtoinen torjuntaohjelma vuodesta 2006. Ohjelmaan osallistuminen on kuitenkin pakollista, mikäli tila kuuluu tilallisten liittoon. Myös Italiassa on ollut vuosien ajan käytössä alueellinen kontrolliohjelma (Metcalf 2019).

8.7.1 Ranska, Bretagne

Myös Ranskassa tapahtuva BVD-kontrolli on joko alueellista tai tilakohtaista. Koko maan kattavaa kontrolliohjelmaa ei ole, eikä myöskään koko maan tautitilanteesta kertovaa dataa. Bretagnen alueen ensimmäinen ohjelma kohdistettiin karjoihin, joissa ilmeni BVD:n klinisiä oireita. Näistä karjoista etsittiin ja poistettiin viruserittäjät. Vuosien 1986-1996 aikana löydettiin lukuisia viruserittäjiä, mutta myös uusintatartuntaprosentti karjoissa oli korkea. Bretagnessa nähtiin tarve uudelle yhteiselle kontrolliohjelmalle, joka huomioisi kaikki BVD-positiiviset tilat, vaikka karjoissa ei nähtäisikään klinisiä oireita (Joly ym. 2005).

Uuden ohjelman ensimmäisessä vaiheessa määritettiin BVD-vasta-aineprevalenssi lypsykarjoissa. Tämän jälkeen Bretagnen eläintautiorganisaatio aloitti uusintatartuntojen estämisen viruserittäjien poistamisella. Ohjelma kohdistettiin laitumelle vietäviin sekä myytäviin eläimiin. Myytävien eläinten virusstatus tuli olla tiedossa tai eläin täytyi testata. Tämän tueksi kehitettiin tietokanta, josta eläimen aiemmin todettu viruserittäjästatus voitiin tarkistaa. Eläinten tutkimisesta aiheutuvat kulut jaettiin tilallisten ja eläintautiorganisaation kesken (Joly ym. 2005).

BVD-insidenssi laski viruserittäjien poistamisella vuosien 2001 ja 2004 välillä 1,2 %:sta 0,5 %:iin Bretagnen alueella. Lupaavasta alusta huolimatta Ranskassa tavataan edelleen BVD-virusta (Joly ym. 2005, Metcalfe 2019). Vuonna 2019 Ranskassa alettiin suunnitella maanlaajuista ohjelmaa BVD:n vastustamiseksi (Metcalfe 2019).

9 POHDINTA

BVD:n vastustamisella voidaan välttyä suurilta taloudellisilta tappioilta ja eläinten hyvinvoinnin ongelmilta. Tämän vuoksi taudin vastustaminen näyttäisi olevan kannattavaa sekä tilallisten, nautaelinkeinon että eläinten kannalta. Vastustaminen vaatii pitkäjänteisyyttä ja systemaattisuutta, koska viruserittäjien vuoksi tauti voi päästä helposti leviämään jo yhden tautitapauksen seurauksena. Pohjoismaissa kehitetty skandinaavinen malli on todettu toimivaksi taudin vastustamisessa. Mallissa tärkeitä piirteitä ovat karjojen BVD-statusten tutkiminen ja seuraaminen, hyvät bioturvallisuustekijät ja rokotteiden kieltäminen. Pohjoismaiden onnistuminen taudin juurimisessa on rohkaissut muita Euroopan maita BVD:n vastustamiseen. Korkean tautitiheyden maissa rokottaminen voi olla eduksi kontrollin alkuvaiheessa, mutta pelkällä rokottamisella ilman viruserittäjien poistamista ja bioturvallisuudesta huolehtimista ei tartuntaa saada juurituksi. Lainsäädännön apu ja pakollisuus ovat yleisesti eduksi ohjelman toimivuudelle. Vapaaehtoisilla ohjelmilla voidaan saavuttaa hyviä tuloksia, mutta ohjelmissa on riskinsä, mikäli tilallisia ei saada motivoitua pysymään mukana, kun taudin määrä karjoissa saadaan laskemaan. Koska tauti on tyyppisesti lieväoireinen, voi sen vastustaminen tuntua tilallisesta turhalta työltä. BVD:n aiheuttamista taloudellisista haitoista on tehty laskelmia eri maissa. Näiden tulosten esittäminen voisi motivoida tilallisia pysymään ohjelmissa tunnollisemmin, kun olisi konkreettisesti nähtävissä, kuinka monta euroa yhden eläimen sairastuminen maksaa tilalliselle.

BVD on erityinen virus, koska sillä on kyky saada aikaan viruserittäjiä. Tämän huomioiminen on oleellista toimivien kontrolliohjelmien kehittämisessä. Myös bioturvallisuuden huomioiminen ja eläinliikenteen rajoittaminen on tärkeä osa kontrollointia, koska virus voi levitä niin monin eri keinoin. Niskanen ym. (2003) ja Bitcsh ym. (2000) pohtivat tutkimuksissaan, että virus voisi mahdollisesti levitä ilman välityksellä. Toisaalta Niskanen ym. (2003) tutkimuksessa ei otettu huomioon esimerkiksi navetan ilmassa olevaa pölyä tai hyönteisiä, minkä vuoksi tartunta ei välttämättä ole puhtaasti ilmajälitteinen. Bitcsh ym. (2000) tutkimuksessa sairastuneet vasikat olivat eri rakennuksissa, mutta tutkimuksessa ei kerrottu, oliko kyseessä sama viruskanta ja oliko tapauksessa suljettu pois muut leviämismahdollisuudet. Esimerkiksi vektorihyönteisiä tai tuhoeläimiä ei pohdittu

mahdollisena leviämisreittinä. Selkeää näyttöä BVD-viruksen leviämisestä puhtaasti ilmateitse ei toistaiseksi ole.

Euroopassa ei ole yhteisiä lainsäädännöllisiä keinoja vastustaa BVD:tä. Vuonna 2018 tullut eläintautien luokittelun muutos velvoittaa seuraamaan taudin esiintymistä, estämään sen leviämisen jo vapaisiin maihin ja seuraamaan tautia tuonti- ja vientitapauksissa (EU 2018/1882). Lainsäädäntö ei kuitenkaan vaadi maita vastustamaan tautia. Yhteiset kontrolloikeudet voisivat edesauttaa BVD:n juurimista koko Euroopan laajuudella.

Suomessa BVD-tilanne on erinomainen, sillä tartuntaa ei ole todettu vuoden 2010 jälkeen. Jotta vapaus taudista säilyy, on kiinnitettävä huomiota eläinliikenteen turvallisuuteen, koska yleisin syy taudin tulolle karjaan on ostoeläin. Suomessa maan rajat ylittävä eläinliikenne on vähäistä verrattuna esimerkiksi Saksaan tai muihin suuriin Euroopan maihin, minkä vuoksi uusien tartuntojen ilmeneminen on epätodennäköisempää. Eläviä eläimiä tulee lähinnä naapurimaista, kuten Ruotsista ja Tanskasta, joissa tautia ei katsota enää esiintyvän. Toisaalta kuten Siekkinen ym. (2006) riskinarviossaan toteavat, BVD:n leviäminen Suomeen on mahdollista tuontisperman mukana erityisesti, kun sperma tuodaan maista, joissa tautia esiintyy kotoperäisenä. Suomessa Eläinten terveys ETT ry tekee työtä turvallisen tuonnin puolesta tuontiohjeilla ja neuvomalla suoraan eläinten tuojia.

Suomessa tilakoko kasvaa ja karjojen lukumäärä vähenee. Viruserittäjän syntyessä suureen karjaan koko karja saisi tartunnan nopeasti. Suurelta tilalta lähtee myös yleensä paljon eläimiä esimerkiksi jatkokasvatukseen, joten tartunta voisi levitä hyvinkin moneen eri karjaan. Maan sisäinen eläinliikenne on vilkkaampaa kuin aiemmin, sillä tilat pyrkivät erikoistumaan ja esimerkiksi vasikoiden kasvatus voi tapahtua usealla eri tilalla niiden elinaikana. Suomalaiseen taudin kannalta naiiviin karjaan tullessaan BVD aiheuttaisi valtavia menetyksiä sekä taloudellisesti että eläinten terveyden kannalta. Tänä päivänä vain osa nautakarjoista tutkitaan BVD:n varalta. Esimerkiksi tuontispermalla siemennyksen seurauksena tullessaan tartunta voi jäädä hyvinkin huomaamatta ennen kuin se on ehtinyt levitä eläinten tai esimerkiksi eläinlääkärien mukana. Tämän vuoksi edes Suomen hyvässä tautitilanteessa bioturvallisuudesta huolehtimista ei tulisi unohtaa. On myös huolehdittava, että eläinlääkärit

ja tilalliset osaavat epäillä tautia aikaisessa vaiheessa: tämän vuoksi kouluttaminen ja tiedottaminen taudin haitoista on eduksi, vaikka tautia ei tällä hetkellä esiinnykään.

Kokonaiskuvan laatiminen Euroopan BVD-tilanteesta oli haastavaa, koska tietoa täytyy etsiä pääosin maakohtaisesti eikä yhteistä tietolähdettä ole. Koen kuitenkin onnistuneeni tavoitteessani ja antaneeni todenmukaisen kuvan taudin vastustamisesta ja sen haasteista, sekä tuoneeni esille sen, kuinka erityinen BVD-virus on. Meillä Suomessa BVD:n juuriminen on onnistunut ansiokkaasti aiemmin. Maassamme on olemassa jo hyvä ja toimiva strategia taudin vastustamiselle, joten lienee turvallista olettaa, että taudinpurkaukset saadaan jatkossakin hallintaan. Suomessa vastustamista auttaa myös lainsäädäntö, joka antaa mahdollisuuden esimerkiksi rajoittaa eläinten liikkumista tautiepäilytilanteessa. Todennäköisesti taudin vastustaminen on myös uudessa eläintautilaissa mahdollista vastaavanlaisin keinoin. BVD:n Suomeen leviämisen ehkäisyssä ei voi korostaa tarpeeksi hygienian, bioturvallisuuden ja turvallisen tuonnin merkitystä.

10 KIITOKSET

Haluan kiittää työni johtajaa Anna-Maija Virtalaa asiantuntevista neuvoista ja avusta vanhan lainsäädännön etsimisessä. Kiitos työn pääohjaajalle Liisa Sihvoselle kärsivällisyydestä sekä hyvistä kommentteista, jotka auttoivat kirjoitusprosessissa. Kiitos myös työni ohjaajalle Ulla Rikulalle, joka esitteli minut tälle uskomattoman kiinnostavalle virukselle, osallistui työni kommentoimiseen ja auttoi muokkaamaan tekstiä helpommin luettavaksi. Haluan myös kiittää opponenttiani Pirjo Kerolaa, jonka kanssa opponenttitoveruudesta sopiminen elintarvikehygienian luennolla oli merkittävä sysäys työn edistymiselle. Kiitos myös Jussa-Pekka Virtaselle työn oikolukemisesta ja sivunumeroiden asettamisesta oikeille paikoilleen. Tietysti myös lopuksi kiitokset muille ystäville ja kotiväelle, jotka jaksoivat kuunnella juttujani virusripulin hienoudesta.

11 LÄHTEET

Anderson EC, Rowe LW. The prevalence of antibody to the viruses of bovine virus diarrhoea, bovine herpes virus 1, rift valley fever, ephemeral fever and bluetongue and to *Leptospira* sp in free-ranging wildlife in Zimbabwe. *Epidemiol Infect* 1998, 121: 441-449.

Bitsch V, Hansen K-L, Rønsholt L. Experiences from the Danish programme for eradication of bovine virus diarrhoea (BVD) 1994–1998 with special reference to legislation and causes of infection. *Vet Microbiol* 2000. 77: 137-43.

Bolin SR, McClurkin AW, Cutlip RC, Coria MF. Response of cattle persistently infected with noncytopathic bovine viral diarrhoea virus to vaccination for bovine viral diarrhoea and to subsequent challenge exposure with cytopathic bovine viral diarrhoea virus. *Am J Vet Res* 1985, 46: 2467-2470.

Booth R, MacGillivray F, Armstrong D, Brownlie J. Control of bovine viral diarrhoea virus at the national level: a brief summary of European BVD control past, present and future. *Livestock* 2016, 21: 338-345.

Braun U, Reichle SF, Reichert C, Hässig M, Stalder HP, Bachofen C, Peterhans E. Sheep persistently infected with Border disease readily transmit virus to calves seronegative to BVD virus. *Vet Microbiol* 2014. 168: 98-104.

Brownlie J, Clarke Mc, Howard Cj, Pocock Dh. Pathogenesis and epidemiology of bovine virus diarrhoea virus infection of cattle. *Ann Rech Vet*, 1987: 157.

Brownlie J, Thomas C, Booth R. Great challenge of BVD eradication - Can we do it together? The World Buiatrics Congress 2018 Sapporo, Japan, 2018.

Decaro N, Lucente MS, Mari V, Cirone F, Cordioli P, Camero M, Sciarretta R, Losurdo M, Lorusso E, Buonavoglia C. Atypical pestivirus and severe respiratory disease in calves, Europe. *Emerg Infect Dis* 2011, 17: 1549-1552.

Deregt D, Loewen KG. Bovine viral diarrhoea virus: biotypes and disease. *Can Vet J* 1995, 36: 371-378.

Eläintautilaki 441/2013. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130441>, haettu 22.2.2020.

EU 2018/1882. Komission täytäntöönpanoasetus (EU) 2018/1882, annettu 3 päivänä joulukuuta 2018, tiettyjen taudinehkäisy- ja taudintorjuntasäntöjen soveltamisesta luetteloitujen tautien eri luokkiin ja sellaisten lajien tai lajien ryhmien luettelon laatimisesta, jotka aiheuttavat merkittävän riskin kyseisten luetteloitujen tautien leviämiseksi. Euroopan unionin virallinen lehti L 308/21. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX:32018R1882#ntr14-L_2018308FI.01002101-E0014, haettu 22.2.2020

Foddai A, Stockmarr A, Boklund A. Evaluation of temporal surveillance system sensitivity and freedom from bovine viral diarrhoea in Danish dairy herds using scenario tree modelling. *BMV Vet Res* 2016, 12: 118.

Goens SD. The evolution of bovine viral diarrhoea: a review. *Can Vet J*. 2002, 43:946–954.

Graham DA, German A, Mawhinney K, Goodall EA. Antibody responses of naive cattle to two inactivated bovine viral diarrhoea virus vaccines, measured by indirect and blocking ELISAs and virus neutralisation. *Vet Rec* 2003, 152: 795-800.

Greiser-Wilke I, Grummer B, Moennig V. Bovine viral diarrhoea eradication and control programmes in Europe. *Biologicals* 2003. 31: 113-8.

Gunn GJ, Stott AW, Humphry RW. Modelling and costing BVD outbreaks in beef herds. *Vet J* 2004. 167: 143-9.

Houe H. Survivorship of animals persistently infected with bovine virus diarrhoea virus (BVDV). *Prev Vet Med* 1993. 15: 275-83.

Houe H. Economic impact of BVDV infection in dairies. *Biologicals* 2003. 31: 137-43.

Hult L, Lindberg A. Experiences from BVDV control in Sweden. *Prev Vet Med* 2005. 72: 143-8.

Humphry RW, Brülisauer F, McKendrick IJ, Nettleton PF, Gunn GJ. Prevalence of antibodies to bovine viral diarrhoea virus in bulk tank milk and associated risk factors in Scottish dairy herds. *Vet Rec*. 2012. 171:445.

Humphry RW, Reeves A, Gunn GJ. Strategies for screening young stock for antibodies – optimising numbers to test, cut-points, & predictive values for bovine viral diarrhoea virus. *Sci Rep* 8, 2018: 9532.

Joly A, Fourichon C, Beaudeau F. Description and first results of a BVDV control scheme in Brittany (western France). *Prev Vet Med* 2005. 72: 209-13.

Kohnle, L & Panel on Animal Health and Welfare (AHAW) 2017, ' Assessment of listing and categorisation of animal diseases within the framework of the Animal Health Law (Regulation (EU) No 2016/429): bovine viral diarrhoea (BVD) ' *EFSA Journal*, vol. 15, no. 8, 4952.

Lanyon SR, Reichel MP. Bovine viral diarrhoea virus ('pestivirus') in Australia: to control or not to control? *Aust Vet J* 2014, 92: 277-282.

Lindberg ALE, Alenius S. Principles for eradication of bovine viral diarrhoea virus (BVDV) infections in cattle populations. *Vet Microbiol* 1999. 64: 197-222.

Lindberg A, Brownlie J, Gunn G, Houe H, Moening V, Saatkamp H, Sandvik T, Valle P. The control of bovine viral diarrhoea virus in Europe: today and in the future. In: Plurithematic issue of the Scientific and technical review, 2006. 2006: 961-979.

Loken T, Nyberg O. Eradication of BVDV in cattle: the Norwegian project. Vet Rec 2013, 172: 661.

London L, Laine T. Pikkuporsaiden synnyynnäistä tärinää aiheuttava virus todettu ensimmäistä kertaa Suomessa. Suomen eläinlääkärilehti 2018. 124: 484.

Metcalf L. An Update on the Status of BVD Control and Eradication in Europe Veterinary Science & Medicine. J Vet Med Sci 2019, 7.

Meyling A, Mikél JA. Transmission of bovine virus diarrhoea virus (BVDV) by artificial insemination (AI) with semen from a persistently-infected bull. Vet Microbiol 1988. 17: 97-105.

MMMa 1010/2013. Maa- ja metsätalousministeriön asetus eläintautien ilmoittamisesta ja mikrobikantojen toimittamisesta.

<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20131010#Pidp445838752>, haettu 22.2.2020.

MMMa 1026/2013. Maa- ja metsätalousministeriön asetus sonnin spermalle eläintautien vastustamiseksi asetettavista vaatimuksista.

<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20131026>, haettu 22.2.2020

MMMa 2/EEO/2004. Maa- ja metsätalousministeriön asetus nautojen virusripulin (BVD/MD) vastustamisesta, <https://mmm.fi/documents/1410837/1817384/d116.pdf/5e6045f8-9816-4eeb-a288-1c608fec3dbe/d116.pdf>, haettu 27.1.2020

MMMa 200/2004. Maa- ja metsätalousministeriön asetus vastustettavista eläintaudeista ja eläintautien ilmoittamisesta annetun maa- ja metsätalousministeriön eläinlääkintä- ja elintarvikeosaston päätöksen muuttamisesta.

<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2004/20040200>, haettu 22.2.2020.

MMMa 4/EEO/2008. Maa- ja metsätalousministeriön asetus nautojen virusripulin (BVD/MD) vastustamisesta annetun maa- ja metsätalousministeriön asetuksen eräiden säännösten kumoamisesta,

https://mmm.fi/documents/1410837/1817384/bvd_asetus_fi.pdf/671e614a-8469-4e0d-baf7-ea27f277ea9a/bvd_asetus_fi.pdf, haettu 27.1.2020

MMMa 58/2012. Maa- ja metsätalousministeriön asetus vastustettavista eläintaudeista ja eläintautien ilmoittamisesta annetun maa- ja metsätalousministeriön eläinlääkintä- ja elintarvikeosaston päätöksen muuttamisesta.

<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2012/20120058>, haettu 22.2.2020.

MMMa 843/2013. Maa- ja metsätalousministeriön asetus vastustettavista eläintaudeista ja niiden luokittelusta. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130843#Pidp447381376>, haettu 22.2.2020.

MMMp 1346/1995. Maa- ja metsätalousministeriön eläinlääkintä- ja elintarvikeosaston päätös vastustettavista eläintaukeista ja eläintautien ilmoittamisesta. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1995/19951346?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=1346%2F1995>, haettu 22.2.2020.

Moennig V. Introduction to classical swine fever: virus, disease and control policy. Vet Microbiol 2000. 73: 93-102.

Moennig V, Becher P. Control of Bovine Viral Diarrhea. Pathogens (Basel, Switzerland) 2018, 7: 29.

Moennig V, Eicken K, Flebbe U, Frey H-, Grummer B, Haas L, Greiser-Wilke I, Liess B. Implementation of two-step vaccination in the control of bovine viral diarrhoea (BVD). Prev Vet Med 2005. 72: 109-14.

Nettleton P. Pestivirus infections in ruminants other than cattle. Rev - Off Int Epizoot 1990, 9: 131-150.

Nettleton PF, Gilray JA, Russo P, Dlissi E. Border disease of sheep and goats. Vet Res 1998, 29: 327-340.

Niskanen R, Lindberg A. Transmission of bovine viral diarrhoea virus by unhygienic vaccination procedures, ambient air, and from contaminated pens. Vet J 2003, 165: 125-130.

Nuotio L, Juvonen M, Neuvonen E, Sihvonen L, Husu-Kallio J. Prevalence and geographic distribution of bovine viral diarrhoea (BVD) infection in Finland 1993–1997. Vet Microbiol 1999. 64: 231-5.

Oirschot JTv, Bruschke CJM, Rijn PAv. Vaccination of cattle against bovine viral diarrhoea. Vet Microbiol 1999. 64: 169-83.

Paton DJ, Carlsson U, Lowings JP, Sands JJ, Vilček S, Alenius S. Identification of herd-specific bovine viral diarrhoea virus isolates from infected cattle and sheep. Vet Microbiol 1995. 43: 283-94.

Pellerin C, Van Den Hurk J, Lecomte J, Tijssen P. Identification of a New Group of Bovine Viral Diarrhea Virus Strains Associated with Severe Outbreaks and High Mortalities. Virology 1994. 203: 260-8.

Postel A, Hansmann F, Baechlein C, Fischer N, Alawi M, Grundhoff A, Derking S, Tenhundfeld J, Pfankuche VM, Herder V, Baumgartner W, Wendt M, Becher P. Presence of atypical porcine pestivirus (APPV) genomes in newborn piglets correlates with congenital tremor. Sci Rep 2016, 6: 27735.

Presi P, Struchen R, Knight-Jones T, Scholl S, Heim D. Bovine viral diarrhoea (BVD) eradication in Switzerland—Experiences of the first two years. Prev Vet Med 2011. 99: 112-21.

Ridpath JF, Neill JD. Challenges in identifying and determining the impacts of infection with pestiviruses on the herd health of free ranging cervid populations. *Front Microbiol* 2016, 7.

Ridpath JF, Bolin SR, Dubovi EJ. Segregation of Bovine Viral Diarrhea Virus into Genotypes. *Virology* 1994. 205: 66-74.

Rikula U, Nuotio L, Aaltonen T, Ruoho O. Bovine viral diarrhoea virus control in Finland 1998–2004. *Prev Vet Med* 2005. 72: 139-42.

Rikula U, Nuotio L, Laamanen UI, Sihvonen L. Transmission of bovine viral diarrhoea virus through the semen of acutely infected bulls under field conditions. *Vet Rec* 2008, 162: 79-82.

Rossmann W, Deinhofer M, Janacek R, Trampler R, Wilhelm E. Voluntary and compulsory eradication of bovine viral diarrhoea virus in Lower Austria. *Vet Microbiol* 2010. 142: 143-9.

Ruokavirasto 2019a, Eläintaudit Suomessa 2018, Ruokaviraston julkaisuja 4/2019. https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/tietoa-meista/julkaisut/julkaisusarjat/julkaisuja/elaimet/ruokaviraston_julkaisuja_4_2019_elaintaudit_suomessa_2018.pdf, haettu 10.2.2020

Ruokavirasto 2019b. Eläintautien valvonta- ja seurantaohjelmat 2019. Ruokaviraston ohje 10303/7. https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/viljelijat/elaintenpito/elaintautien_seurantasuunnitelma_2019.pdf. Haettu 22.2.2020.

Sandvik T. Selection and use of laboratory diagnostic assays in BVD control programmes. *Prev Vet Med* 2005. 72: 3-16.

Sarrazin S, Dewulf J, Mathijs E, Laureyns J, Mostin L, Cay AB. Virulence comparison and quantification of horizontal bovine viral diarrhoea virus transmission following experimental infection in calves. *Vet J*. 2014. 202:244-249.

Schirrmeier H. Three years of mandatory BVD control in Germany—lessons to be learned. *Proceedings of the XXVIII World Buiatric Congress, Cairns, Australia, 2014*: 245.

Scottish government. BVD eradication scheme phase 5 - December 2019: guidance. <https://www.gov.scot/binaries/content/documents/govscot/publications/advice-and-guidance/2019/11/guidance-bvd-eradication-scheme-phase-5-december-2019/documents/protect-bvd-negative-herds-costs-guidance-bvd-eradication-scheme-phase-5-december-2019/protect-bvd-negative-herds-costs-guidance-bvd-eradication-scheme-phase-5-december-2019/govscot%3Adocument/protect-bvd-negative-herds-costs-guidance-bvd-eradication-scheme-phase-5-december-2019.pdf>, haettu 22.2.2020.

Siekkinen KM, Nuotio L, Rikula U., Sihvonen L. Riskinarviointi naudan virusripulin (BVD) leviämisestä Suomeen Pohjois-Amerikasta tuotavan sperman välityksellä. Eviran tutkimuksia 2/2006. <https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/tietoa-meista/julkaisut/julkaisusarjat/julkaisuja/elaimet/riskinarvointi-naudan-virusripulin-bvd-leviamisesta-suomeen-pohjois-amerikasta-tuotavan-sperman-valityksella.pdf>, haettu 20.2.2020

Stahl K, Alenius S. BVDV control and eradication in Europe--an update. Jpn J Vet Res 2012, 60:31-9.

Taylor LF, Janzen ED, Ellis JA, van den Hurk JV, Ward P. Performance, survival, necropsy, and virological findings from calves persistently infected with the bovine viral diarrhoea virus originating from a single Saskatchewan beef herd. Can Vet J 1997, 38: 29-37.

Thulke H, Lange M, Tratalos JA, Clegg TA, McGrath G, O'Grady L, O'Sullivan P, Doherty ML, Graham DA, More SJ. Eradicating BVD, reviewing Irish programme data and model predictions to support prospective decision making. Prev Vet Med 2018. 150: 151-61.

Walz, PH. Diseases Caused by Bovine Virus Diarrhoea Virus. Teoksessa: Smith BP (toim.) Large animal internal medicine: diseases of horses, cattle, sheep, and goats. 3. p. Mosby, Davis, California, Yhdysvallat 1996. 750-759.

Wernike K, Gethmann J, Schirrmeier H, Schroder R, Conraths FJ, Beer M. Six Years (2011-2016) of Mandatory Nationwide Bovine Viral Diarrhoea Control in Germany-A Success Story. Pathogens 2017, 6: 10.

Zimmer GM, Van Maanen C, De Goey I, Brinkhof J, Wentink GH. The effect of maternal antibodies on the detection of bovine virus diarrhoea virus in peripheral blood samples. Vet Microbiol 2004. 100: 145-9.